Excellence scientifique • Protection et conservation des ressources • Bénéfices aux Canadiens
Scientific Excellence • Resource Protection & Conservation • Benefits for Canadians

L'éperlan arc-en-ciel *(Osmerus mordax)* anadrome de l'estuaire du Saint-Laurent: Synthèse des connaissances et problématique de la restauration des habitats de fraie dans la rivière Boyer

Jean A. Robitaille et Yvan Vigneault

Ministère des Pêches et des Océans
Direction de la gestion des pêches et de l'habitat
Division de l'habitat du poisson
Gare maritime Champlain C.P. 15 500
901,Cap Diamant, Québec, Québec G1K 7Y7

Février 1990

Rapport manuscrit canadien des sciences halieutiques et aquatiques No 2057

Pêches et Océans Fisheries and Oceans

Canada

Rapport manuscrit canadien des sciences halieutiques et aquatiques

Les rapports manuscrits contiennent des renseignements scientifiques et techniques qui constituent une contribution aux connaissances actuelles, mais qui traitent de problèmes nationaux ou régionaux. La distribution en est limitée aux organismes et aux personnes de régions particulières du Canada. Il n'y a aucune restriction quant au sujet; de fait, la série reflète la vaste gamme des intérêts et des politiques du ministère des Pêches et des Océans, c'est-à-dire les sciences halieutiques et aquatiques.

Les rapports manuscrits peuvent être cités comme des publications complètes. Le titre exact paraît au-dessus du résumé de chaque rapport. Les rapports manuscrits sont résumés dans la revue *Résumés des sciences aquatiques et halieutiques*, et ils sont classés dans l'index annuel des publications scientifiques et techniques du Ministère.

Les numéros 1 à 900 de cette série ont été publiés à titre de manuscrits (série biologique) de l'Office de biologie du Canada, et après le changement de la désignation de cet organisme par décret du Parlement, en 1937, ont été classés comme manuscrits (série biologique) de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Les numéros 901 à 1425 ont été publiés à titre de rapports manuscrits de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Les numéros 1426 à 1550 sont parus à titre de rapports manuscrits du Service des pêches et de la mer, ministère des Pêches et de l'Environnement. Le nom actuel de la série a été établi lors de la parution du numéro 1551.

Les rapports manuscrits sont produits à l'échelon régional, mais numérotés à l'échelon national. Les demandes de rapports seront satisfaites par l'établissement auteur dont le nom figure sur la couverture et la page du titre. Les rapports épuisés seront fournis contre rétribution par des agents commerciaux.

Canadian Manuscript Report of Fisheries and Aquatic Sciences

Manuscript reports contain scientific and technical information that contributes to existing knowledge but which deals with national or regional problems. Distribution is restricted to institutions or individuals located in particular regions of Canada. However, no restriction is placed on subject matter, and the series reflects the broad interests and policies of the Department of Fisheries and Oceans, namely, fisheries and aquatic sciences.

Manuscript reports may be cited as full publications. The correct citation appears above the abstract of each report. Each report is abstracted in *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts* and indexed in the Department's annual index to scientific and technical publications.

Numbers 1–900 in this series were issued as Manuscript Reports (Biological Series) of the Biological Board of Canada, and subsequent to 1937 when the name of the Board was changed by Act of Parliament, as Manuscript Reports (Biological Series) of the Fisheries Research Board of Canada. Numbers 901–1425 were issued as Manuscript Reports of the Fisheries Research Board of Canada. Numbers 1426–1550 were issued as Department of Fisheries and the Environment, Fisheries and Marine Service Manuscript Reports. The current series name was changed with report number 1551.

Manuscript reports are produced regionally but are numbered nationally. Requests for individual reports will be filled by the issuing establishment listed on the front cover and title page. Out-of-stock reports will be supplied for a fee by commercial agents.

Rapport manuscrit canadien des sciences halieutiques et aquatiques
no 2057

Février 1990

L'éperlan arc-en-ciel (Osmerus mordax) anadrome de l'estuaire du Saint-Laurent:

Synthèse des connaissances et problématique de la restauration des habitats de fraie dans la rivière Boyer

par

Jean A. Robitaille(1) et Yvan Vigneault

Ministère des Pêches et des Océans
Direction de la gestion des pêches et de l'habitat
Division de l'habitat du poisson
Gare maritime Champlain
C.P. 15 500
901, Cap Diamant,
Québec, Québec
G1K 7Y7

(1) Les Consultants Saint-Laurent, 1609, rue des Buissons, C.P. 2152, Saint-Romuald G6V 5M5

90-03440/

© Ministère des Approvisionnements et Services Canada 1990
No de catalogue Fs 97-4/0000F ISSN 0706-6589

On devra référer comme suit à cette publication:

Robitaille, J.A. et Y. Vigneault. 1990. L'éperlan arc-en-ciel (Osmerus mordax) anadrome de l'estuaire du Saint-Laurent: synthèse des connaissances et problématique de la restauration des habitats de fraie dans la rivière Boyer. Rapp. manus. can. sci. halieut. aquat. no 2057: vi + 56 p.

TABLE DES MATIERES

Résumé v
Abstract v
Préface vi
1. Introduction 1
2. Aire d'étude et méthodes 1
3. Caractéristiques biologiques de l'éperlan de l'estuaire 1
3.1. Groupements 1
3.2. Fécondité, âge à la maturité 3
3.3. Habitats utilisés pour la fraie 3
3.3.1. Frayères connues 3
3.3.2. Caractéristiques physiques des frayères en rivière 4
3.4. Déroulement de la fraie 5
3.5. Fixation des oeufs, incubation, éclosion 6
3.6. Descente et dispersion des larves 7
3.7. Croissance des larves dans l'estuaire 7
3.8. Croissance et alimentation des juvéniles 8
4. Etat de la population et de son habitat de fraie dans la rivière Boyer 8
4.1. Description du bassin 8
4.2. Changements dans l'abondance de l'éperlan 10
4.3. Impact des activités humaines sur les habitats aquatiques 10
4.3.1. Empiètements de l'habitat de l'éperlan et déstabilisation du lit de la rivière 11
4.3.2. Détérioration de la qualité des eaux 11
5. Importance économique de l'éperlan de l'estuaire 14
5.1. Pêche commerciale 14
5.2. Pêche sur les frayères 14
5.3. Pêche sportive sur les quais 17
5.4. Retombées potentielles d'une restauration des stocks 18
6. Explications possibles de la baisse d'abondance de l'éperlan dans la rivière Boyer 19
6.1. Mortalité par un agent naturel 19
6.2. Surexploitation ou dérangement par la pêche 19
6.2.1. Pêche commerciale dans l'estuaire 19
6.2.2. Pêche et dérangement sur les sites de fraie 20
6.3. Production limitée par l'habitat d'alevinage et de croissance pré-reproductrice 20
6.3.1. Augmentation de mortalité des larves due à la mauvaise qualité des eaux dans l'estuaire 20
6.3.2. Diminution de la capacité de support de l'estuaire pour l'éperlan 20
6.4. Production limitée par les habitats de fraie disponibles 20
6.4.1. Obstacle à la remontée des géniteurs 21
6.4.2. Réduction de la surface de frayères 21
6.4.3. Réduction de la qualité de l'habitat de fraie 21

7. Projets recommandés 21
7.1. Campagne régionale de sensibilisation 22
7.2. Acquisition de connaissances 22
7.2.1. Paramètres physiques de l'habitat 22
Photointerprétation des modifications du lit de la rivière 22
Transects permanents du lit de la rivière 22
Installation d'une station de jaugeage 22
7.2.2. Qualité des eaux 22
7.2.3. Projets ponctuels sur certains aspects de la biologie de l'éperlan 22
Importance de la rivière Boyer et d'autres tributaires pour la fraie 22
Adhérence des oeufs au substrat 23
Survie et développement des oeufs en rivière 23
7.3. Restauration de l'habitat dans la rivière Boyer 23
7.3.1. Réduction du ruissellement des lisiers 23
7.3.2. Stabilisation des rives et regénération des boisés entourant la rivière 23
7.3.3. Restauration de la frayère principale 23
7.4. Reconstitution de la population d'éperlan 24
7.4.1. Mesures temporaires pour favoriser l'augmentation des effectifs 24
Nettoyage du substrat en place 24
Utilisation de substrats artificiels 24
Transplantation d'oeufs d'une rivière à l'autre 24
Production artificielle d'oeufs et de larves 24
7.4.2. Suivi de la population pendant sa restauration 24
Montée des géniteurs 24
Estimation du dépôt d'oeufs dans les frayères 25
Dévalaison des larves 25
Abondance de larves d'éperlan dans l'estuaire 25
Abondance d'éperlans immatures (0+ et 1+) dans les habitats côtiers 25
8. Conclusion 25
9. Remerciements 26
10. Références 26
11. Annexes 29
Annexe 1: Pêche expérimentale d'éperlan dans la rivière Boyer, de 1978 à 1983 29
Annexe 2: Qualité des eaux, rivière Ouelle 39
Annexe 3: Personnes ressources 55

RESUME

Ce document présente la problématique de la restauration de l'éperlan arc-en-ciel de la rivière Boyer. Il résume l'état des connaissances sur cette population, évalue sommairement les explications possibles de son déclin et propose un plan pour sa restauration. Jusqu'à la fin des années soixante, l'éperlan était une espèce abondante au printemps dans la rivière Boyer, où les pêcheurs venaient par centaines le capturer au carrelet pendant la fraie. A l'automne, ce poisson faisait aussi l'objet d'une exploitation intense par la pêche sportive sur les quais de l'estuaire supérieur, jusque dans le comté de Portneuf. L'habitat de l'éperlan dans la rivière Boyer a été modifié surtout à partir de la fin des années soixante. La construction d'un pont a détruit la principale frayère et l'enlèvement de la végétation riveraine a déstabilisé les berges de la rivière. Par ailleurs, une forte concentration d'élevages de porcs dans ce bassin contribue à un enrichissement des eaux en éléments nutritifs, qui favorise la croissance d'algues filamenteuses. Celles-ci pourraient empêcher la fixation des oeufs de l'éperlan au substrat, lors de la fraie. En supposant qu'il soit possible de rétablir l'abondance de l'éperlan dans l'estuaire supérieur du Saint-Laurent à un niveau comparable à celui des années soixante, une évaluation sommaire des retombées suggère que l'on pourrait générer environ 67 000 jours de pêche sportive, alors que le niveau actuel d'effort, à l'endroit de toutes les espèces, est de l'ordre de 12 000 jours.

ABSTRACT

This report deals with the possibilities of restoring the rainbow smelt run in Boyer river, a small tributary of the St. Lawrence estuary, near Québec city. Available information on this population is summarized and explanations of its decline are weighted according to available data. A restoration plan is also suggested. Until the late sixties, smelt was abundant in Boyer river and hundreds of fishermen came to the spawning grounds to catch the fish with dip nets. In the fall, sportfishing of smelt on wharves in the upper St. Lawrence estuary, up to Portneuf county, was very popular. Rainbow smelt habitat in Boyer river seems to have been impaired mostly after 1970. A bridge was built over the main spawning ground and shrub on the shores was removed; gullying of the banks, heavy silting and an unstable riverbed resulted. Many pig raising farms are located in the watershed and manure used as fertilizer is washed down to the river. Water enrichment increases algal growth, which might interfere with the normal sticking of smelt egg to the substratum during spawning. If smelt numbers in the upper St. Lawrence estuary could be restored to the same level as in the early sixties, it is estimated that about 67 000 fishing days would be added to the present 12 000 days.

PREFACE

Ce travail a été réalisé par les Consultants Saint-Laurent pour le compte de la Division de l'habitat du poisson du ministère des Pêches et des Océans. Jean Robitaille a agi comme chargé de projet et Yvan Vigneault a rempli la fonction de délégué scientifique pour le ministère. La collaboration entière de Guy Trencia, biologiste au Service d'aménagement et d'exploitation de la faune du ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche constitue une contribution importante à la réalisation de ce document.

1. INTRODUCTION

Dans le cadre du Plan d'Action Saint-Laurent, le ministère des Pêches et des Océans compte favoriser les actions de restauration et de mise en valeur de l'habitat du poisson, de façon à augmenter la disponibilité des ressources halieutiques.

Ce document regroupe les renseignements disponibles sur l'éperlan arc-en-ciel *(Osmerus mordax)* de l'estuaire et sur ses frayères dans la rivière Boyer, sur la rive sud du Saint-Laurent, près de Québec, afin d'établir la problématique de restauration de cet habitat.

Ce rapport présente d'abord la zone à l'étude et les méthodes utilisées pour recueillir l'information. Les sections suivantes synthétisent les renseignements obtenus par thèmes. On décrit successivement les caractéristiques biologiques de l'éperlan de l'estuaire, l'état de sa population et de son habitat de fraie, dans la rivière Boyer, et l'importance économique de ce poisson. On fait ensuite appel aux connaissances déjà présentées pour évaluer sommairement les hypothèses qui pourraient expliquer la baisse d'abondance de l'éperlan dans la rivière Boyer. Enfin, on propose un plan de restauration, incluant l'acquisition d'informations nécessaires, et on suggère un certain nombre d'actions qui pourraient être entreprises dès que possible.

2. AIRE D'ÉTUDE ET MÉTHODES

L'information assemblée dans ce rapport a été extraite de divers documents (publications primaires ou secondaires, rapports internes, données non publiées, carnets de terrain, etc.) ou obtenue lors de conversations avec certaines personnes ressources.

Le principal centre d'intérêt de ce travail est l'habitat de fraie de l'éperlan dans la rivière Boyer, un tributaire de la rive sud du Saint-Laurent, près de Québec (figure 1). Il est cependant nécessaire de traiter aussi de l'estuaire moyen du Saint-Laurent, zone de croissance de ce poisson. Par ailleurs, on examine également les données disponibles sur d'autres rivières où se reproduit l'éperlan de l'estuaire; ces comparaisons entre cours d'eau, où ceux qui sont encore fréquentés par l'éperlan servent de témoins, peuvent permettre de préciser la nature des changements d'habitats qui se sont produits dans la rivière Boyer.

3.CARACTÉRISTIQUES BIOLOGIQUES DE L'ÉPERLAN DE L'ESTUAIRE

On peut trouver dans certains ouvrages généraux une description de l'ensemble des connaissances sur la biologie de l'éperlan arc-en-ciel (Scott et Crossman 1974). Ce chapitre se limite donc à présenter l'information pertinente au cas particulier de l'éperlan de l'estuaire et de la rivière Boyer.

Sous chacune des rubriques, les informations générales provenant de travaux réalisées ailleurs apparaissent, si nécessaire, en premier lieu; elles sont suivies de celles qui s'appliquent à l'éperlan de l'estuaire et enfin de celles concernant le groupe qui fréquente la rivière Boyer.

3.1. GROUPEMENTS

Le sujet des premiers travaux de recherche sur l'éperlan de l'estuaire a été la distinction des groupes (Vladykov et Michaud 1957). Il est important, pour le gestionnaire des pêches, de savoir si les poissons pêchés à différents endroits et à différentes périodes de l'année appartiennent à la même population.

Marcotte et Tremblay (1948) ont étudié certaines caractéristiques morphométriques et méristiques (longueur moyenne, nombre de vertèbres, proportion des sexes, relation longueur-poids et teneur en graisse) de groupes d'éperlans échantillonnés à des endroits où la pêche commerciale était importante, dans l'estuaire et dans le golfe. Leur étude ne permet pas de déceler de changement abrupt dans ces variables le long de l'aire de distribution de l'éperlan. Seul le nombre de vertèbres diffère nettement entre les spécimens provenant de l'estuaire et ceux de la Baie des Chaleurs. L'interprétation avancée par ces auteurs fut donc que ces caractères étaient surtout dépendants des conditions du milieu.

A partir du milieu des années cinquante, on a fait appel au marquage pour tenter d'identifier les groupes et comprendre leurs déplacements (Vladykov et Michaud 1957; Magnin et Beaulieu 1965). Les données recueillies lors de ces programmes d'étiquetage indiquent, entre autres, que les

poissons qui fraient dans la rivière Boyer dévalent rapidement le fleuve et se retrouvent, pendant les mois d'été, dans un vaste secteur qui s'étend de Rivière-Ouelle à Métis. Ils fréquentent alors la même région que les géniteurs marqués dans les rivières Ouelle et Trois-Pistoles. Les retours d'étiquettes montrent par ailleurs que l'éperlan de l'estuaire ne migre pas jusqu'à la Baie des Chaleurs. A l'automne, les poissons de l'estuaire remontaient autrefois le Saint-Laurent et pouvaient être capturés en grand nombre dans les engins de pêche à l'anguille, jusqu'au niveau du comté de Portneuf. Cette migration était probablement liée à l'alimentation. Elle semble avoir cessé brusquement vers le milieu des années soixante et ne s'est pas rétablie depuis (Robitaille *et al.* 1988a).

Fréchet et Dodson (1983a) ont adopté une approche analogue à celle de Marcotte et Tremblay (1948) pour tenter de distinguer les groupes d'éperlans à partir de certains caractères méristiques et morphométriques (courbes de longueur à l'âge et fécondité selon le poids somatique). Cette nouvelle analyse, faisant appel à des traitements statistiques plus sophistiqués que ceux auxquels Marcotte et Tremblay (1948) avaient accès, a permis de pousser un peu plus loin la discrimination et de distinguer trois groupements dans les eaux québécoises (rive sud de l'estuaire, fjord du Saguenay et Baie des Chaleurs). L'assignation de spécimens à des groupes a pu être testée a posteriori. Elle laisse encore une large plage de recoupement, particulièrement entre groupements voisins.

L'information disponible ne fournit pas d'évidence qu'il existe un processus actif de homing, mais il semble que les conditions du milieu limitent les échanges entre les groupements pendant la vie en mer. La distribution de fréquence de trois parasites de l'éperlan *(Glugea hertwigi, Diphyllobothrium sebago et Echinorhynchus salmonis)* appuie l'hypothèse qu'il existe au moins trois groupes (Fréchet et Dodson 1983b).

De nouvelles techniques, basées sur l'analyse de l'ADN mitochondrial, pourraient permettre de pousser plus loin la distinction des groupes et de confirmer, éventuellement, l'existence de populations entre lesquelles les échanges génétiques sont limités (J. Dodson, comm. pers.).

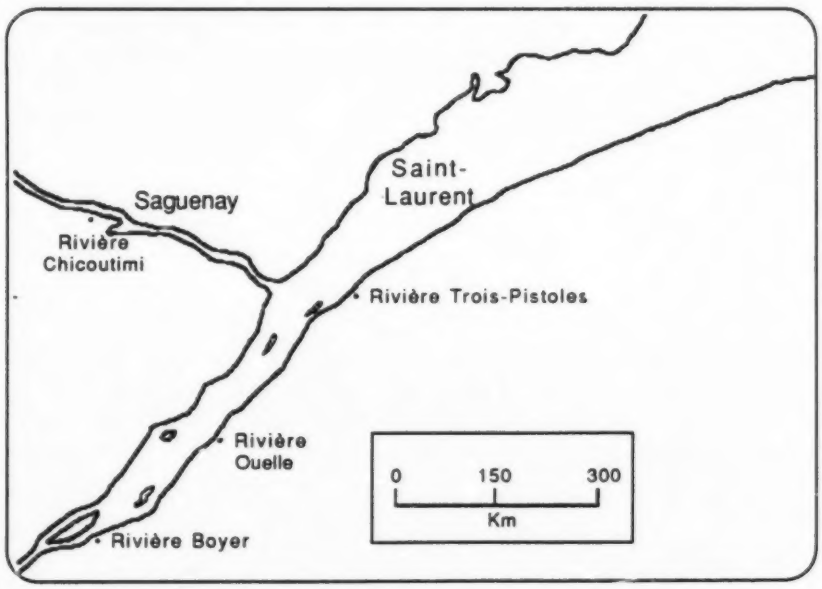


Figure 1 . Localisation des tributaires où se trouvent les frayères connues de l'éperlan anadrome de l'estuaire.

3.2. FÉCONDITÉ, AGE À LA MATURITÉ

L'éperlan arc-en-ciel atteint rapidement la maturité. Dans la rivière Miramichi, 66% des géniteurs (les deux sexes regroupés) ont 2 ans, 30% ont 3 ans et 4% ont 4 ans (McKenzie 1964). Chez l'éperlan de l'estuaire du Saint-Laurent, l'intervalle d'âge des reproducteurs des deux sexes va de deux à six ans (Fréchet et Dodson 1983a). Dans la rivière Boyer, on a déterminé l'âge d'un petit nombre d'éperlans (37) en 1974; l'âge moyen de ces géniteurs était de 3 ans (Bossé et Carrier 1977).

Les oeufs ont un diamètre de 0.9 à 1.0 mm et leur nombre varie en fonction de la taille des femelles. De plus, le nombre d'oeufs produits par une femelle d'une taille donnée peut différer d'un plan d'eau à l'autre. Le tableau 1 présente quelques évaluations de fécondité, selon les plans d'eau.

La fécondité des femelles ne diffère pas significativement entre les trois rivières de la rive sud de l'estuaire, les rivières Trois-Pistoles, Ouelle et Boyer (Fréchet et Dodson 1983a) . Elle peut être exprimée sous la forme de la relation

$$E = 718.71W - 3281.22$$
$$(r^2 = 0.760,\ n=97)$$

où E = nombre d'oeufs
et W = poids somatique (g).

La fécondité des femelles de l'estuaire est cependant inférieure à celle des poissons de la Baie des Chaleurs, représentée par l'équation

$$E = 1061.96W - 4110.79$$
$$(r^2 = 0.846,\ n=92)$$

3.3. HABITATS UTILISÉS POUR LA FRAIE

3.3.1. Frayères connues

Les frayères de ce poisson se trouvent habituellement en rivière ou en ruisseau; l'éperlan anadrome fraie d'ordinaire en amont de la zone de marées (Langlois 1935; Hoover 1936; Marcotte et Tremblay 1948; McKenzie 1964).

On ne connaît qu'un nombre restreint de tributaires dans lesquels l'éperlan de l'estuaire remonte pour frayer. Les deux principaux semblent avoir été les rivières Boyer et Ouelle, sur la rive sud. L'activité de fraie a également été rapportée dans des tributaires de moindre importance, entre autres les rivières Chicoutimi et Trois-Pistoles (Fréchet *et al.* 1983a) et le ruisseau de l'Eglise, à Beaumont (R. Bossé, comm. pers.).

On ne connaît aucune frayère dans des tributaires de la rive nord de l'estuaire, exception faite de la rivière Chicoutimi, qui se jette dans le Saguenay. Dans le cadre d'un projet de maîtrise sur l'éperlan, un étudiant aurait cherché assez systématiquement les sites de fraie, interrogeant les gens de chaque localité (J.J. Dodson, comm. pers.). Il semble douteux que des frayères importantes aient pu exister dans des rivières de cette région sans attirer l'attention des pêcheurs.

Tableau 1. Données sur la fécondité de l'éperlan arc-en-ciel.

Plan d'eau	Longueur (cm)	Nombre d'oeufs	Source
Lac Crystal, Michigan	18.5 - 19.5	25102	Langlois 1935
Rivière Miramichi	12.7 - 20.9	8500 - 69600	McKenzie 1964
Lac Huron, baie sud	14.0 - 19.0	9650 - 26800	Baldwin 1950
Lac Supérieur	20.6	30705	Bailey 1964

En 1989, le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche a effectué une vérification de la présence d'oeufs, comme indice d'une activité de fraie, dans 18 rivières et ruisseaux qui se jettent dans le fleuve à la hauteur de l'Ile d'Orléans (Trencia 1989). Un seul de ces tributaires, le ruisseau de l'Eglise, à Beaumont, contenait des oeufs d'éperlan, dans la partie de son embouchure soumise à l'action des marées.

Bien que les rivières offrent d'ordinaire les meilleurs habitats pour la reproduction, l'éperlan peut frayer dans d'autres milieux. Les populations landlockées utilisent non seulement les ruisseaux, mais aussi les baies et les hauts-fonds de lacs, pour se reproduire (Rupp 1965; Nepszy et Dechtiar 1972).

Des sites de fortes concentrations de larves, suggérant la proximité de frayères, ont été trouvés dans le Saint-Laurent même, en particulier à certaines embouchures de tributaires, dans les environs de l'Ile d'Orléans (R. Bossé, comm. pers.). L'existence de sites de fraie dans le fleuve est aussi suggérée par l'abondance de larves dans l'estuaire, qui paraît supérieure à ce que devrait être l'apport actuel des frayères connues dans les rivières (J.J. Dodson, comm. pers.).

On doit toutefois s'attendre à ce que la survie des oeufs et le pourcentage d'éclosion dans ces frayères soient nettement inférieurs à ceux observés dans les tributaires. Des comparaisons de la survie jusqu'à l'éclosion ont été faites entre des frayères en lac et en rivière. Il ne semble pas exister, entre ces deux milieux, de différences notables, sauf pour les sites en lac exposés à l'action des vagues (Rupp 1965). A ces endroits, la survie jusqu'à l'éclosion peut être dix fois moindre que pour des oeufs déposés en rivière. Les vagues peuvent en effet détacher les oeufs ou les broyer en faisant bouger le substrat. Ce facteur devrait être encore plus limitant près des rives du Saint-Laurent, où les vagues peuvent être fortes. Par ailleurs, les frayères situées dans le fleuve sont exposées aux changements de niveaux, aux courants et à la sédimentation associés à l'action des marées, tandis que les frayères dans des baies de lacs en sont exemptées. On peut donc supposer que le fleuve n'offre pas les conditions idéales pour l'incubation des oeufs d'éperlan.

3.3.2. Caractéristiques physiques des frayères en rivière

Dans les conditions idéales, la frayère de l'éperlan est caractérisée par un écoulement rapide de l'eau sur un lit de graviers moyens ou gros (Marcotte et Tremblay 1948). Ce poisson peut cependant s'accommoder d'un assez large éventail de conditions, quant à la vitesse d'écoulement, à la profondeur et au substrat (id.).

Dans la rivière Boyer, la vitesse d'écoulement mesurée sur la frayère, en 1982, était de 85 cm/s et la profondeur moyenne, de 33 cm. Pendant la fraie de cette année-là, le débit de la rivière se

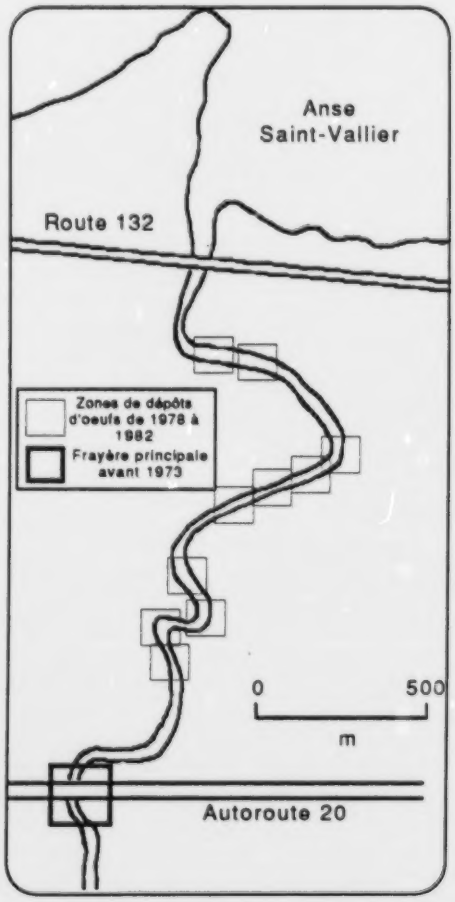


Figure 2. Localisation des zones de fraie de l'éperlan dans la rivière Boyer (Sources : Carrier *et al.* 1982b; A. Michaud, G. Labrecque, comm. pers.).

situait entre 1.83 et 1.24 m^3/s (Ouellet et Dodson 1985a).

Le plus souvent, le substrat de fraie est le gravier de la rivière. Cependant, les oeufs étant adhérents, la plupart des objets immergés dans la zone de fraie peuvent en être couverts. Lors de visites de la frayère principale de la rivière Boyer par l'équipe du Dr Vladykov, en 1953 et 1954, les oeufs d'éperlan étaient abondants non seulement sur les pierres du lit mais aussi sur les parties immergées de branches d'arbustes (A. Michaud, comm. pers.).

Depuis le début du suivi de la fraie dans la rivière Boyer, en 1978, on n'a jamais retrouvé d'oeufs fixés aux pierres à plus de 2 km de l'embouchure (figure 2). Cependant, la principale frayère de l'éperlan dans ce cours d'eau se trouvait, jusqu'au début des années soixante-dix, un peu plus en amont, à 2.6 km de l'embouchure (A. Michaud, G. Labrecque, comm. pers.). Ce site est aujourd'hui enjambé par deux ponts de l'autoroute 20, construits en 1973.

A l'intérieur de la section encore utilisée pour la fraie, les limites des zones de dépôt d'oeufs semblent varier selon les années.

Dans la rivière Ouelle, on n'a pas encore publié de document délimitant la zone utilisée pour la fraie. Des relevés de dépôt d'oeufs ont été faits pour la première fois au printemps 1989 (G. Verreault, comm. pers.).

3.4. DÉROULEMENT DE LA FRAIE

La date de la fraie de l'éperlan varie selon les plans d'eau et le climat régional. En général, la remontée des tributaires s'amorce peu de temps après le départ des glaces, dès le début du réchauffement des eaux. A titre indicatif, des mesures de température pendant la fraie de l'éperlan à quelques endroits sont présentées au tableau 2 et les données correspondantes pour la rivière Boyer, au tableau 3.

Bien que la période annuelle de fraie puisse s'étendre sur deux semaines, le maximum de l'activité reproductrice se concentre habituellement sur quelques jours seulement.

Tableau 2. Température de l'eau pendant la fraie de l'éperlan, dans divers plans d'eau.

Lieu	Température de l'eau (°C)	Source
Lac Champlain	3 - 12	Greene 1930
Lac Kénogami	> 4	Bourassa et Lesage 1973
Lac Supérieur	9.9 - 18.3	Jilek *et al.* 1979
Grande Rivière, Baie des Chaleurs	7 - 10	Marcotte et Tremblay 1948

Tableau 3. Date de la fraie et température de l'eau dans la rivière Boyer.

Année	Date	Température de l'eau (°C)	Source
1969	30 avril au 6 mai		MLCP, notes de terrain
1971	3 au 9 mai		"
1972	7 au 11 mai		"
1973	26 avril au 6 mai	3.9 - 7.8	"
1976	27 avril au 2 mai	5.0 - 11.0	"
1977	27 avril au 3 mai	5.6 - 10.0	"
1978	4 au 10 mai	4.5 - 8.9	Carrier *et al.* 1979
1979	24 au 30 avril	5.5 - 10.0	Carrier *et al.* 1980
1980	17 avril au 3 mai	3.9 - 14.4	Carrier *et al.* 1981
1981	10 au 28 avril	5.0 - 10.0	Carrier *et al.* 1982a
1982	1 au 8 mai	5.0 - 15.0	Carrier *et al.* 1982b
1983	6 au 17 mai	6.0 - 15.0	Carrier 1984

La remontée des géniteurs en rivière et la fraie se déroulent surtout la nuit. Les éperlans redescendent habituellement en lac ou en mer avant le lever du soleil. Cependant, il peut arriver qu'un certain nombre d'entre eux demeurent en rivière pendant le jour; ces poissons sont pour la plupart des mâles (Hoover 1936). Les mâles se distinguent aussi des femelles par le fait qu'ils continuent de s'alimenter pendant la période de fraie et par la présence de tubercules nuptiaux, aspérités des écailles qui rendent le poisson rugueux au toucher (id.).

L'abondance des géniteurs sur les frayères et l'intensité de l'activité de fraie varient pendant la nuit. Les petits mâles arrivent le plus tôt, dès le début de l'obscurité, suivis un peu plus tard des femelles et des gros mâles. A la fin de la nuit, les petits mâles dominent de nouveau sur les frayères (Hoover 1936). Un changement analogue de la proportion des sexes se produit sur l'ensemble de la période de fraie; la montée est composée surtout de mâles les premières nuits de la fraie, puis le rapport des sexes tend à s'égaliser pendant le pic de la montaison, pour revenir ensuite à l'avantage des mâles durant les derniers jours (Marcotte et Tremblay 1948; McKenzie 1964).

Les frayères se trouvent le plus souvent aux endroits où l'écoulement de l'eau est rapide. Le regroupement des géniteurs semble être favorisé par la présence d'objets (pierres, billots, etc.) les abritant du courant. La fraie a souvent lieu à ces endroits, si le substrat en aval s'y prête (Hoover 1936).

Les mâles arrivent les premiers sur les frayères. Ils s'y maintiennent distants les uns des autres, jusqu'à ce que les premières femelles fassent leur apparition.

Il semble que les tubercules nuptiaux aient un rôle à jouer dans la reconnaissance des partenaires. Lorsque deux mâles viennent en contact, ils se séparent aussitôt. Par contre, aussitôt qu'un mâle tuberculé touche une femelle lisse, il prend position un peu en avant et au-dessus d'elle. Il la pousse alors violemment vers le fond, où la femelle expulse une cinquantaine d'oeufs (id.). Puisque les femelles produisent plusieurs milliers d'oeufs, il semble que la ponte d'un individu puisse s'étaler sur toute une nuit et même sur plusieurs nuits.

Dans le cas de la rivière Boyer, on possède quelques données sur la chronologie de la migration de fraie, de 1978 à 1983 (annexe 1). Une pêche expérimentale effectuée par le personnel du ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche a permis d'apprendre que la montée s'amorçait en soirée et qu'elle avait plus d'intensité si elle coïncidait avec le début du jusant (Carrier *et al.* 1982b).

Les données recueillies de 1978 à 1983 doivent être interprétées en tenant compte du fait qu'elles proviennent de travaux faisant suite à une baisse remarquée dans le nombre de géniteurs. Il faut donc faire preuve de prudence avant de transposer cette image de la montée à la situation qui prévalait autrefois dans la rivière. Jusqu'aux années soixante-dix, l'éperlan était assez abondant dans la rivière Boyer pendant la fraie pour y causer un bouillonnement de l'eau par endroits, sur les frayères (A. Michaud, comm. pers.). Ce poisson pouvait être facilement capturé en grandes quantités à l'épuisette et au carrelet, même le jour.

3.5. FIXATION DES OEUFS, INCUBATION, ÉCLOSION

Dès leur expulsion par les femelles, les oeufs se gonflent au contact de l'eau. En moins de vingt secondes, leur paroi extérieure se fend et se renverse; devenue adhérente, elle se fixe au premier objet qu'elle touche, formant un pédoncule au bout duquel l'oeuf se balance dans le courant. L'oeuf reste ainsi fixé au substrat pendant toute la période d'incubation (Marcotte et Tremblay 1948; McKenzie 1964).

Dans les rivières où les géniteurs sont abondants et la superficie des frayères limitée, les oeufs peuvent s'agglutiner et former des masses parfois imposantes. Dans le ruisseau McCloskey, tributaire du lac Meach, un dizaine de ces masses d'oeufs, réparties sur une section de ruisseau longue de 100 m, représentaient un volume de 1.16 m^3 et comptaient 6.03 millions d'oeufs (Veilleux 1966). La mortalité dans ces amas est plus élevée que pour les oeufs dispersés sur le gravier du fond; la surface extérieure de ces masses se recouvre souvent de sable, d'oeufs morts et de champignons, le tout formant une croûte qui peut contribuer à une mauvaise oxygénation des oeufs du centre ou emprisonner les larves qui parviennent à l'éclosion.

Pendant les années cinquante et soixante, les masses d'oeufs étaient abondantes dans la rivière Boyer, de son embouchure jusqu'à la frayère principale, à 2.5 km en amont (G. Labrecque, comm. pers.). Ce fait suggère que les géniteurs étaient alors assez abondants pour saturer d'oeufs tous les habitats de fraie disponibles. Aucune masse d'oeufs n'a été observée dans la rivière Boyer par les équipes qui ont échantillonné la montée de l'éperlan de 1978 à 1983 (G. Trencia, comm. pers.).

La durée de l'incubation dépend de la température de l'eau. McKenzie (1964) rapporte des périodes d'incubation qui vont de 11 jours, dans une eau à 12°C, jusqu'à 29 jours, lorsque la température reste autour de 6 ou 7°C.

Les meilleurs taux de survie jusqu'à l'éclosion sont de 3 à 5%; ils ne sont obtenus qu'avec des densités d'oeufs de moins de 160 000 oeufs/m² (McKenzie 1964). A des densités plus élevées, le taux de survie diminue rapidement et le nombre de larves produites reste le même. Ceci donne à penser que la superficie d'une frayère détermine un plafond à la production de larves. Il serait alors inutile d'accroître le nombre de géniteurs au-delà de ce qui est nécessaire pour obtenir une densité optimale.

3.6. DESCENTE ET DISPERSION DES LARVES

L'éclosion des oeufs et la dévalaison des larves, au terme de la période d'incubation, ne sont pas uniformément réparties dans le nycthémère, mais plutôt synchronisée avec le début de l'obscurité (Veilleux 1966). Les prolarves sur le point d'éclore sont probablement plus actives à la tombée de la nuit et rompent alors le chorion de l'oeuf pour se trouver libres au fond de la rivière (Ouellet et Dodson 1985a).

L'activité natatoire des larves, concentrée au début de la nuit, leur fait remonter la colonne d'eau, ce qui favorise leur transport par le courant et leur sortie hors de la rivière. Dans la rivière Boyer, la descente de la frayère actuelle à l'embouchure se fait en trois heures environ (Ouellet et Dodson 1985a). Il ne semble pas exister de relation entre le débit de la rivière pendant la période d'éclosion et la densité de larves en aval de la frayère (id.).

A l'endroit où la rivière Boyer se jette dans l'anse Saint-Vallier, le courant ralentit et les larves se retrouvent près du fond. L'action des marées contribue à mélanger graduellement les larves nouvellement écloses avec celles qui sont dans l'anse depuis plus longtemps. Les larves séjournent ainsi pendant plusieurs jours dans l'anse Saint-Vallier avant d'être graduellement entraînées dans l'estuaire (id.).

3.7. CROISSANCE DES LARVES DANS L'ESTUAIRE

Les larves d'éperlan provenant de la rivière Boyer se retrouvent, avec celles des autres frayères, dans la partie nord de l'estuaire moyen, une zone partiellement mélangée, dès le début de juin (Ouellet et Dodson 1985a). Elles se concentrent surtout entre l'Ile d'Orléans et l'Ile aux Coudres, tandis que les larves de hareng *(Clupea harengus)* et de capelan *(Mallotus villosus)* dominent la communauté ichtyoplanctonique plus en aval (Courtois *et al.* 1982). La région dans laquelle les larves d'éperlan se retrouvent correspond à la partie amont du bouchon de turbidité de l'estuaire (Dodson *et al.* 1989).

Le comportement des larves d'éperlan selon l'état de la marée permet d'expliquer comment elles demeurent dans cette zone; elles se maintiennent près de la surface pendant le flux et près du fond au jusant (Laprise et Dodson 1989). Le patron de migration verticale change à mesure que les larves croissent. En juin, les jeunes larves se concentrent à la surface pendant le flux, mais leur dispersion dans la colonne d'eau au jusant est plutôt passive. En juillet, les larves semblent avoir acquis une meilleure capacité natatoire, qui leur permet de maintenir activement une position dans la colonne d'eau et ainsi d'exploiter encore plus efficacement les courants. Pour cette raison, les larves les plus grandes se retrouvent plus loin en amont (jusqu'à la hauteur de Québec) que les plus petites (Dodson *et al.* 1989).

En juin, les jeunes larves se nourrissent surtout de copépodes, aux stades copépodites et adultes, près de la surface. Vers le milieu de juillet, les larves, qui mesurent alors 4 à 5 cm, s'alimentent dans toute la colonne d'eau; le mysidacé *Neomysis americana* devient alors un élément important de leur diète (J.J. Dodson, comm. pers.). Dès le mois de juin, on trouve des larves d'éperlan parasitées par des cestodes ou des trématodes (Courtois et Dodson 1986).

Depuis le début des travaux d'une équipe de recherche de l'Université Laval sur l'ichtyoplancton de l'estuaire moyen, au début des années 1980, on n'a pas noté de changements interannuels majeurs dans l'abondance des larves d'éperlan (J.J. Dodson, comm. pers.). La nourriture n'est pas limitante pour les larves ni pour les juvéniles d'éperlan dans cette partie de l'estuaire car les concentrations de copépodes et d'organismes du macroplancton y demeurent très élevées (id.).

3.8. CROISSANCE ET ALIMENTATION DES JUVÉNILES

Vers la fin de juillet, la larve, qui atteint une taille de 4 à 5 cm, se métamorphose. L'éperlan cesse alors d'être transparent, ses écailles apparaissent et ses nageoires prennent forme, lui donnant l'apparence qu'il conservera jusqu'à l'âge adulte (Marcotte et Tremblay 1948).

A cette taille, l'éperlan peut se nourrir de *Neomysis americana*, qui est extrêmement abondant dans le bouchon de turbidité. Il est possible que ces éperlans juvéniles demeurent en grand nombre à cet endroit, mais qu'on sous-estime leur abondance en raison de leur capacité d'éviter les engins de pêche utilisés pour échantillonner les larves (J.J. Dodson, comm. pers.).

On ne connaît pas le patron de dispersion des jeunes éperlans à la fin de leur premier été d'existence. On projette d'échantillonner extensivement toute la partie de l'estuaire comprise entre l'Ile d'Orléans et l'Ile aux Lièvres, à l'automne 1989, afin d'obtenir de l'information sur ce sujet. L'échantillonnage prévu serait stratifié en fonction de la profondeur et de la salinité (J.J. Dodson, comm. pers.).

Actuellement, on sait seulement que des juvéniles de l'année (O+) apparaissent dans les habitats riverains vers la mi-août (Dutil et Fortin 1983; J.J. Dodson, comm. pers.). Il est possible que la concentration d'éperlans juvéniles près de Saint-Siméon, à l'automne, soit liée à l'abondance de *Neomysis* à cet endroit (J.J. Dodson, comm. pers.).

Le bouchon de turbidité est une zone de remise en suspension des sédiments et des contaminants qui y sont liés. Sa communauté biotique est contaminée, entre autres, par les biphényles polychlorés (Gagnon *et al.*, sous presse). Des dosages réalisés sur des éperlans juvéniles et sur quelques adultes ont démontré que la concentration de BPC dans leur chair peut atteindre 0.1 ppm; un niveau de contamination de cet ordre peut expliquer les concentrations observées à des niveaux trophiques supérieurs de la communauté de l'estuaire, en particulier chez le béluga. Il est cependant en deçà de la limite recommandée pour la consommation humaine. Puisque la majorité des éperlans adultes s'alimentent plus en aval, dans des zones où ils sont beaucoup moins exposés à la remise en circulation des contaminants, on peut considérer a priori que leur consommation ne devrait pas présenter de risques pour la santé des pêcheurs sportifs, advenant une restauration.

4. ETAT DE LA POPULATION ET DE SON HABITAT DE FRAIE DANS LA RIVIERE BOYER

Cette section décrit plus spécifiquement le bassin de la rivière Boyer, l'état passé et actuel de sa population d'éperlan et celui de ses habitats de fraie. Lorsque les données disponibles le permettent, on compare également ce cours d'eau à la rivière Ouelle, autre tributaire important pour la reproduction de l'éperlan; ces comparaisons servent à mettre en évidence les altérations importantes qui ont touché la rivière Boyer.

4.1. DESCRIPTION DU BASSIN

Une description générale de la rivière Boyer et de son bassin versant a été présentée par Paquet (1977) et reprise dans un document d'information du Ministère de l'Environnement du Québec (Anonyme 1986).

Cette rivière, longue de 28 km, draine un bassin de 208 km² situé entre ceux des rivières du Sud et Etchemin, sur la rive sud du Saint-Laurent (figure 3). Elle se jette dans le fleuve près du village de Saint-Vallier, à environ 50 km à l'est de Québec. Elle est alimentée par deux affluents principaux, les rivières Boyer Nord et Boyer Sud, et par une vingtaine de ruisseaux, dont certains ont un écoulement intermittent. Le seul lac du bassin, le lac Saint-Charles, a une superficie de 55 ha; son émissaire rejoint la rivière Boyer à 1 km au nord-est de la municipalité de Saint-Charles.

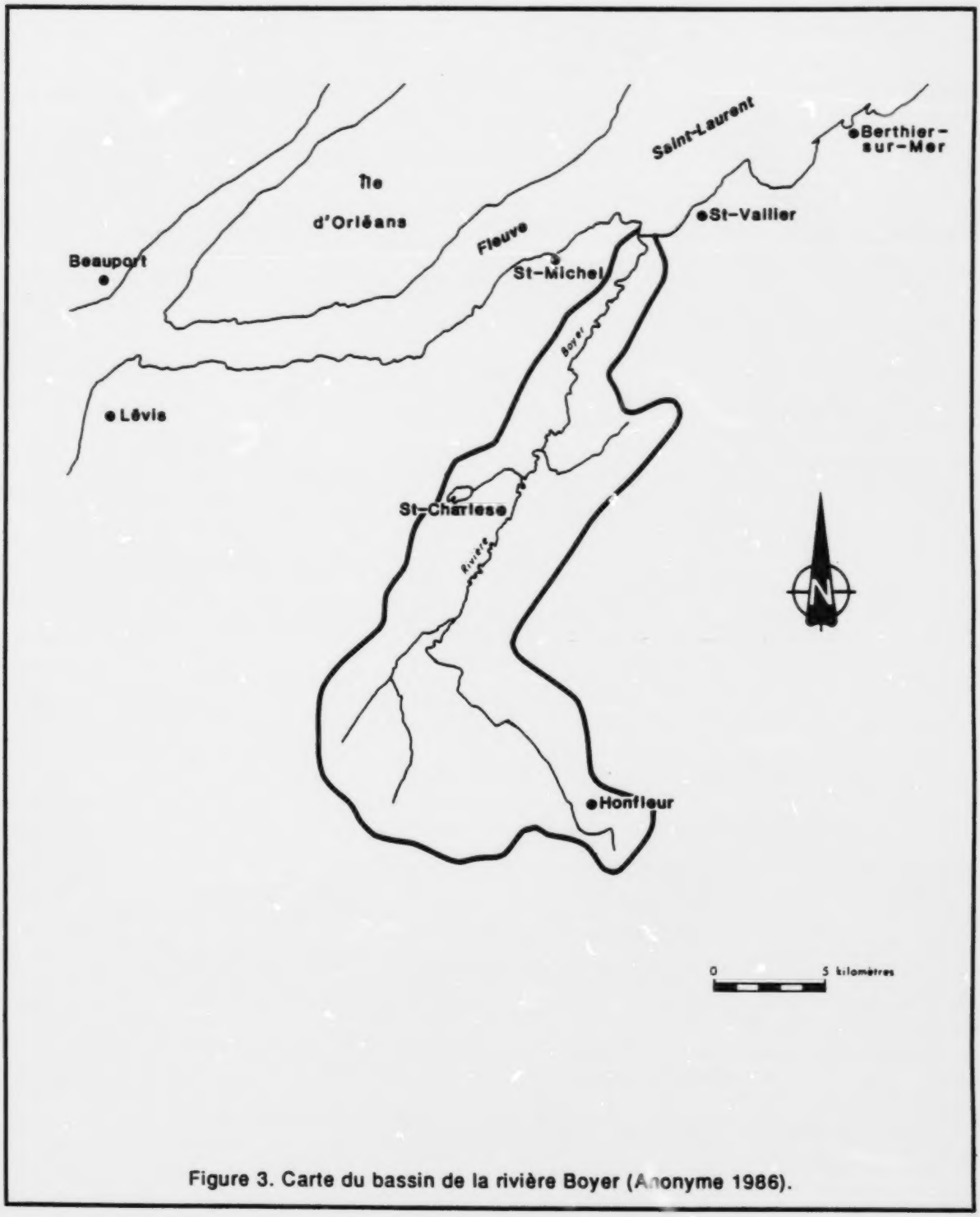


Figure 3. Carte du bassin de la rivière Boyer (Anonyme 1986).

Les eaux rapides se trouvent principalement à la tête du bassin. Le cours principal de la rivière, en aval de la municipalité de Saint-Charles, forme de nombreux méandres dans les dépôts sablonneux et les alluvions. Les matériaux de surface, dans le bassin de la rivière Boyer, sont des dépôts glaciaires et fluviaux et des argiles de la mer de Champlain. Le lit de la rivière est instable et les berges sont exposées aux glissements.

4.2. CHANGEMENTS DANS L'ABONDANCE DE L'ÉPERLAN

Divers renseignements, publiés dans des rapports techniques ou obtenus de personnes qui ont visité les lieux, permettent de décrire sommairement la baisse de fréquentation de la rivière Boyer par l'éperlan.

Selon les membres de l'équipe scientifique du Dr Vladykov, qui ont visité à plusieurs reprises la rivière Boyer pendant la fraie, dans les années cinquante, les éperlans étaient parfois assez nombreux à certains endroits, sur le site de la frayère principale, pour que l'eau semble bouillonner. Les oeufs se trouvaient en très grand nombre sur les pierres du lit et sur les branches d'aulne *(Alnus sp.)* qui pendaient dans l'eau (A. Michaud, comm. pers.). On pouvait trouver de nombreuses masses d'oeufs entre les frayères et l'embouchure de la rivière (G. Labrecque, comm. pers.).

Le poisson était assez abondant pour que des gens viennent pêcher même pendant le jour. Au début de la nuit, pendant le pic de l'activité de fraie, on pouvait compter des automobiles par centaines sur le stationnement de la halte routière qui se trouve près de l'embouchure de la rivière. Certains jours, on a estimé que les pêcheurs présents le long de la rivière étaient en nombre supérieur à 500 (Nadeau 1971).

Pour plusieurs personnes qui ont suivi de près la pêche printanière dans la rivière Boyer, le début des années soixante-dix a été marqué par une baisse perceptible d'abondance du poisson (Paquet 1974). Les premières suggestions dans ce sens proviennent d'une enquête réalisée auprès des pêcheurs en 1971 (Nadeau 1971). Le même été, le ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche procédait à un inventaire ichtyologique de la rivière, qui était jugée peu propice aux espèces d'intérêt sportif, en raison de la qualité médiocre des eaux et de l'habitat en général (Paquet 1977).

De 1971 à 1977, la montée de l'éperlan a fait l'objet d'un suivi surtout basé sur les prises des pêcheurs (Bossé et Carrier 1977). Devant le consensus général selon lequel le nombre d'éperlans diminuait constamment, on ferma la pêche en amont du pont de la route 132 à partir de 1977.

Puisque la pêche ne permettait plus d'apprécier l'abondance d'éperlans et qu'il semblait y avoir un déclin de la population, le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche mit sur pied, en 1978, un suivi de la montée des géniteurs par une pêche expérimentale, qui s'est continué jusqu'en 1983 (Carrier *et al.* 1982b; 1984). Les captures d'éperlans dans cet engin de pêche sont présentées à l'annexe 1.

En 1984 et 1985, le manque de ressources obligea le MLCP à suspendre la pêche expérimentale. On se contenta alors d'aller évaluer le dépôt d'oeufs sur le lit de la rivière, quelques jours après la fraie. Ce suivi fut lui aussi suspendu de 1985 à 1989.

Lors d'une visite de la rivière Boyer en mai 1989, aucun oeuf d'éperlan ne fut trouvé.

4.3. IMPACT DES ACTIVITÉS HUMAINES SUR LES HABITATS AQUATIQUES

Le témoignage de personnes qui connaissent la rivière Boyer depuis longtemps fournit quelques bribes d'information sur son état initial. Le cours principal de la rivière, en aval de Saint-Charles, était en général bordé d'une abondante végétation arbustive, dominée par les aulnes. L'eau était claire, peu profonde et coulait sur un lit de gravier qui permettait de remonter facilement la rivière à pied (A. Michaud, G. Labrecque, comm. pers.).

On considérait alors qu'il y avait dans la rivière deux frayères d'éperlan. La frayère principale se trouvait à 2.6 km de l'embouchure. Un seconde frayère, de moindre importance, se trouvait dans un coude de la rivière, à mi-chemin entre la frayère principale et l'embouchure (id.).

4.3.1. Empiètements de l'habitat de l'éperlan et déstabilisation du lit de la rivière

La construction des ponts de l'autoroute 20, en 1973, constitue une des altérations importantes de l'habitat de fraie de l'éperlan. Le pilier d'un de ces ponts tombe précisément à l'endroit où se trouvait autrefois la frayère principale. Cet empiètement, conjugué à l'enlèvement de la végétation sur le site des travaux, pourrait avoir contribué à une déstabilisation du lit, qui aurait eu des effets non seulement au niveau des ponts mais aussi en aval (A. Michaud, comm. pers.).

Par la suite, les agriculteurs dont les terres touchaient la rivière auraient accentué le problème en enlevant la végétation arbustive des rives, sous prétexte qu'elle déparait l'aspect de leurs terres. Le déboisement généralisé et l'absence de lacs le long du cours principal de la rivière occasionnent des fluctuations de débit importantes et subites en réponse aux précipitations dans le bassin. L'escarpement des berges, l'absence de végétation riveraine et la nature du sol favorisent le ravinement et les glissements de terrain. Les matériaux entraînés dans la rivière sédimentent ensuite dans les zones où l'écoulement de l'eau ralentit. Dans un coude de la rivière, le lit se serait déjà déplacé de plusieurs dizaines de mètres, depuis une vingtaine d'années (G. Labrecque, comm. pers.).

4.3.2. Détérioration de la qualité des eaux

Selon l'information disponible, les pratiques agricoles dans le bassin ont été beaucoup plus néfastes pour la qualité des eaux de la rivière Boyer que les effluents municipaux ou industriels.

Le bassin touche douze municipalités, mais draine principalement Saint-Charles, Saint-Charles-Boromé et Honfleur. De ces trois agglomérations, seule la municipalité de Saint-Charles est dotée d'un système d'égouts, dont les eaux se déversaient sans traitement dans la rivière Boyer jusqu'en 1987. Depuis décembre 1987, une usine de traitement aux boues activées est en service. L'usine possède aussi l'équipement nécessaire pour faire la déphosphatation des eaux. Mais puisque la charge polluante, à cet égard, vient surtout de l'agriculture, le ministère de l'Environnement n'a pas exigé que ce traitement soit mis en fonction (C. Paré, comm. pers.).

L'activité industrielle dans la région est modérée. Elle comprend un abattoir et une usine de meubles à Saint-Charles. Les effluents de l'abattoir sont maintenant traités avec ceux de la municipalité.

La principale atteinte à la qualité des eaux provient de l'agriculture, qui occupe 80% de la superficie du bassin, et particulièrement de la production animale (tableau 4). L'élevage de porcs se concentre surtout

Tableau 4. Types de production animale dans le bassin de la rivière Boyer en 1985.

Type de production	Nombre d'unités animales (1)
Porcs à l'engraissement	7364.00
Bovins laitiers	4937.50
Truies, verrats, porcelets	1439.84
Bovins de boucherie	877.30
Poulets, dindons	344.96
Poules pondeuses	85.30
Moutons	49.00
Total	15097.90

Source: P. Vallée, Direction de l'assainissement agricole, Ministère de l'Environnement du Québec.

Note 1: L'unité animale est définie sur la base d'une production de 75 kg d'azote par an. Le nombre de têtes nécessaire pour obtenir une unité animale varie selon les espèces. Par exemple, une unité animale correspond à une vache, 5 porcs d'élevage, 250 poulets à griller, etc.

dans la partie du bassin située en amont de Saint-Charles-Boromé. En aval, l'élevage de bovins domine; à plusieurs endroits, le bétail a accès à rivière et vient y boire.

La présence d'une soixantaine d'éleveurs de porcs dans le bassin constitue un problème de taille, au point de vue de la qualité des eaux. Dans le sud du Québec, les rivières qui drainent des secteurs où la production de porcs est forte présentent les problèmes les plus aigus d'assainissement agricole.

En comparaison du producteur de bovins, qui possède habituellement de grandes superficies de terrain, l'éleveur de porcs garde ses bêtes dans des bâtiments et possède peu de terrain où il peut épandre le lisier. L'utilisation de moulées pour l'alimentation des porcs représente, pour chaque ferme d'élevage, un apport considérable de matière organique, dont une bonne partie se retrouve dans les déjections des animaux. La disposition des surplus de lisiers est d'autant plus problématique que la marge de profit de l'éleveur peut disparaître à la moindre augmentation des coûts de production.

Les producteurs de porcs ont donc des surplus de lisier dont ils ne peuvent se débarrasser autrement qu'en les laissant s'écouler vers les cours d'eau ou en épandant régulièrement sur leurs champs des quantités qui dépassent les limites autorisées. De plus, il semble être une pratique courante de faire l'épandage l'automne, ce qui favorise un ruissellement maximum à la fonte des neiges.

Le tableau 5 montre qu'en comparaison d'autres rivières de la rive sud, la concentration de production animale dans le bassin de la rivière Boyer est élevée, ce qui affecte inévitablement la qualité des eaux.

La comparaison des données disponibles sur la qualité des eaux de la rivière Boyer (tableau 6) avec celles de la rivière Ouelle (annexe 2) permet de constater une différence assez nette en ce qui concerne le pH, la turbidité et la charge de phosphore. Les concentrations très élevées de coliformes fécaux dans la rivière Boyer confirment que le problème de qualité des eaux est relié à l'épandage de fumiers.

Au terme d'un inventaire ichtyologique et physico-chimique réalisé en 1971, Paquet (1977) concluait que le milieu était de piètre qualité pour les espèces de poissons d'intérêt sportif. Si on met ce compte-rendu d'inventaire en parallèle avec celui réalisé sur la rivière Ouelle, en 1964, la meilleure qualité générale des habitats aquatiques de ce dernier cours d'eau ressort clairement. Dans son cas, Paquet (1967) recommanda en effet des aménagements qui ont permis, quelques années plus tard, la réintroduction du saumon atlantique.

En somme, la rivière Boyer semble avoir été, dans le passé, un excellent tributaire pour la fraie de l'éperlan. Mais l'habitat de reproduction a été touché directement par un empiètement majeur, en l'occurence la construction de deux ponts sur la frayère principale. Ces ouvrages, combinés à l'enlèvement de la végétation riveraine, pourraient avoir entraîné la déstabilisation du lit de la rivière. Par ailleurs, la qualité des eaux est altérée surtout par l'épandage de lisier de porc. L'absence de végétation sur les rives favorise le ruissellement des éléments nutritifs et des particules fines du sol vers la rivière. L'enrichissement de l'eau en éléments nutritifs (azote, phosphore, potassium)

Tableau 5. Comparaison de la production animale dans les bassins de certaines rivières de la rive sud du Saint-Laurent .

Production animale	Rivières Ouelle	du Sud	**Boyer**	Etchemin	Chaudière
Nombre d'exploitants	74	556	**175**	776	2664
Cheptel total (unités animales)	2950.58	35226.54	**15097.90**	61027.96	193238.96
Superficies d'épandage (ha)	4386.25	25770.88	**8590.07**	36772.79	142815.42
Densité animale (unités anim./ha)	0.67	1.37	**1.76**	1.66	1.35

Source: P. Vallée, Direction de l'assainissement agricole, Ministère de l'Environnement du Québec.

favorise le développement d'algues filamenteuses qui recouvrent les graviers du lit.

Bien qu'aucun suivi de l'abondance de l'éperlan dans la rivière Ouelle n'ait été fait, il semble que l'habitat aquatique utilisé pour la fraie y ait été moins touché par les activités humaines. Une plus grande partie de son bassin demeure boisée et la production animale s'y trouve moins concentrée; la qualité des eaux est donc meilleure. Enfin, ce cours d'eau bénéficie du statut de rivière à saumon, ce qui facilite sa protection.

Tableau 6. Qualité des eaux de la rivière Boyer

A. Mesures prises en 1971 à six stations avoisinant la zone de fraie de l'éperlan (Paquet 1977).

Date Station	14/6 1	14/6 2	15/6 3	15/6 4	15 /6 5	15/6 6	Note
pH	8.4	8.4	**9.0**	**9.0**	**9.0**	**9.0**	A
Dureté totale (mg/l $CaCO_3$)	56.4	53.0	66.7	51.3	56.4	54.7	
Phosphore total (mg/l)	**0.25**		**0.18**		**0.9**		B
Oxygène dissous (mg/l)	12.0	11.0	11.0	13.0	10.5	14.0	C

B. Mesures prises en 1981. Station 1: embouchure de la rivière; station 2: à 6 km en amont de l'embouchure. (Source: Banque de données de la qualité aquatique, ministère de l'Environnement du Québec).

Date Station	19/8 1	19/8 2	10/9 1	10/9 2	20/10 1	20/10 2	Note
pH	7.9	7.8	8.0	8.0	7.1	7.2	A
Turbidité (U.T.N.)	8	7	**15**	**10**	**20**	**15**	D
Alcalinité (mg/l $CaCO_3$)	65	64	86	85	36	37	
Dureté (mg/l $CaCO_3$)	81	78	90	86	96	94	
Conductivité (µmhos)	210	205	274	257	213	210	
Couleur (U.C.V.)	47	52	47	37	66	62	
Solides en suspension (mg/l)	12	11	16	12	15	17	E
Phosphore inorganique susp. (mg/l)	0.019	0.019	0.004	0.008	0.048	0.034	
Phosphore inorganique (mg/l)	0.087	0.087	0.114	0.126	0.162	0.165	
Phosphore total susp. (mg/l)	0.034	0.026	0.058	0.049	0.087	0.081	
Phosphore total (mg/l)	**0.117**	**0.117**	**0.129**	**0.135**	**0.204**	**0.213**	B
Coliformes fécaux (n/100 ml)	**1500**	**3750**	**13000**	**4150**	**2450**	**1750**	F

Les valeurs en caractère gras indiquent un dépassement des limites recommandées.

Notes:

A: Pour la protection de la vie aquatique, le pH doit demeurer entre 6.5 et 9.0 (CCMRE 1987).

B: Le phosphore total doit demeurer en concentration inférieure à 0.1 mg/l (EPA 1976).

C: La concentration d'oxygène dissous doit demeurer supérieure à 9.5 mg/l (CCMRE 1987).

D: Aucune augmentation de la turbidité n'est permise par rapport à la valeur originale (CCMRE 1987).

E: Les solides en suspension devraient demeurer inférieurs à 25 mg/l (EPA 1976).

F: Aucune recommandation pour la vie aquatique; la limite indiquée (200/100 ml) s'applique à l'utilisation des eaux pour la baignade (CCMRE 1987).

5. IMPORTANCE ÉCONOMIQUE DE L'ÉPERLAN DE L'ESTUAIRE

5.1. PECHE COMMERCIALE

Comme on l'a mentionné plus haut, ni l'étiquetage réalisé dans les années cinquante, ni l'analyse des caractères morphométriques et méristiques effectuée récemment ne permettent de distinguer nettement les groupes qui semblent exister dans l'estuaire (Magnin et Beaulieu 1965; Fréchet et Dodson 1983a). Jusqu'à maintenant, on a donc considéré, aux fins de gestion, que l'éperlan anadrome qui fréquentait jadis l'estuaire du Saint-Laurent, du lac Saint-Pierre au Saguenay, sur la rive nord, et à Métis, sur la rive sud, appartenait à un seul stock. Cependant, la mise au point de techniques de discrimination des populations par l'analyse de l'ADN mitochondrial et une analyse plus détaillée de la récolte et des caractéristiques des éperlans dans chaque région pourraient éventuellement entraîner des changements dans la gestion de l'espèce.

L'éperlan n'a jamais été considéré comme une espèce-cible par les pêcheurs commerciaux de l'estuaire. Il s'agit plutôt d'une prise secondaire, dont l'importance, dans les revenus de pêche, vient loin derrière l'anguille *(Anguilla rostrata)* et l'esturgeon noir *(Acipenser oxyrhynchus)* (Robitaille *et al.* 1988b). De plus, l'abondance et la valeur au débarquement de l'éperlan fluctuent passablement entre les années et les régions. Les prises des pêcheries fixes sont ordinairement classées par taille et écoulées sur un marché local ou régional. L'éperlan de l'estuaire du Saint-Laurent, contrairement à celui de la Baie des Chaleurs et des Grands Lacs, n'est pas commercialisé sur les marchés extérieurs.

Les seules données dont on dispose pour évaluer les tendances de la récolte commerciale sont les débarquements rapportés par les pêcheurs dans des rapports mensuels transmis sur une base volontaire au Bureau de la Statistique du Québec. On a pu vérifier, dans le cas d'autres espèces, que cette source d'information sous-estimait la récolte réelle (Pomerleau et Trépanier 1985). Les débarquements rapportés par les pêcheurs commerciaux, présentés aux figures 4 et 5, sont donc considérés comme des indices rudimentaires des prises réelles. Ils permettent cependant de déceler des changements majeurs d'abondance (Robitaille *et al.* 1988a).

Les migrations de l'éperlan dans le Saint-Laurent font que son abondance locale est saisonnière. Pendant l'été, il fait partie des captures de la pêche maritime (comté de Charlevoix, sur la rive nord, et comtés de L'Islet, Kamouraska et Rivière-du-Loup, sur la rive sud). Jusqu'à la fin des années soixante, sa remontée du fleuve, à l'automne, le rendait abondant dans le pêches intérieures, particulièrement entre l'Ile d'Orléans et le comté de Portneuf. Mais les débarquements d'éperlan dans cette partie du fleuve ont baissé dramatiquement en 1967, en même temps que la plupart des espèces de poissons capturées en aval de Trois-Rivières (Robitaille *et al.* 1988a). Depuis 1972, les prises d'éperlan dans l'engin de pêche fixe de l'Aquarium de Québec sont demeurées en deçà de 600 poissons par année (Robitaille *et al.* 1987). Par comparaison, on a enregistré, entre 1944 et 1963, des prises annuelles d'éperlans variant d'une à onze tonnes dans un engin de pêche fixe, à Neuville (Magnin et Beaulieu 1965).

Aujourd'hui, les prises commerciales d'éperlan se concentrent essentiellement dans les pêcheries maritimes. Fait intéressant à souligner, les tendances dans la récolte annuelle présentent une allure différente sur les deux rives du fleuve, ce qui suggère, encore une fois, qu'il y ait peu de mélanges entre les groupes (figure 5).

Il serait irréaliste de compter mettre sur pied une exploitation commerciale intensive de l'éperlan de l'estuaire. Cette forme d'exploitation aurait probablement peu d'avenir sur les marchés extérieurs face à la compétition de pêches de la Côte Atlantique ou des Grands Lacs. Par contre, l'exploitation passée de l'éperlan démontre que les marchés locaux et régionaux pourraient facilement absorber le produit frais et l'écouler dans les poissonneries, les restaurants et les auberges, advenant une plus grande disponibilité de ce poisson.

5.2. PECHE SUR LES FRAYERES

La pêche de l'éperlan sur ses sites de fraie était une activité printanière bien implantée dans les traditions de la région de Saint-Vallier. La rivière Boyer se prêtait mieux que la rivière Ouelle à cette activité, en raison de sa configuration, de son lit de gravier et de sa faible profondeur (A. Michaud, comm. pers.).

A la tombée de la nuit, les pêcheurs se rendaient sur les sites de fraie, en amont du pont de la route 132, et y demeuraient jusqu'à ce qu'ils aient pêché une quantité d'éperlan qui leur suffisait. On pêchait en général au carrelet ou à l'épuisette. A certains endroits, il était aussi possible de prendre le poisson à la main (G. Labrecque, comm. pers.).

Vers le milieu des années cinquante, des biologistes et des techniciens travaillant sous la supervision du Dr Vladykov ont visité les sites de fraie de la rivière Boyer pour y étiqueter des éperlans. Des agents de conservation visitaient aussi les lieux afin d'assurer un certain contrôle des prises; la limite autorisée était alors d'un grand panier, soit environ 7 kg par personne (id.).

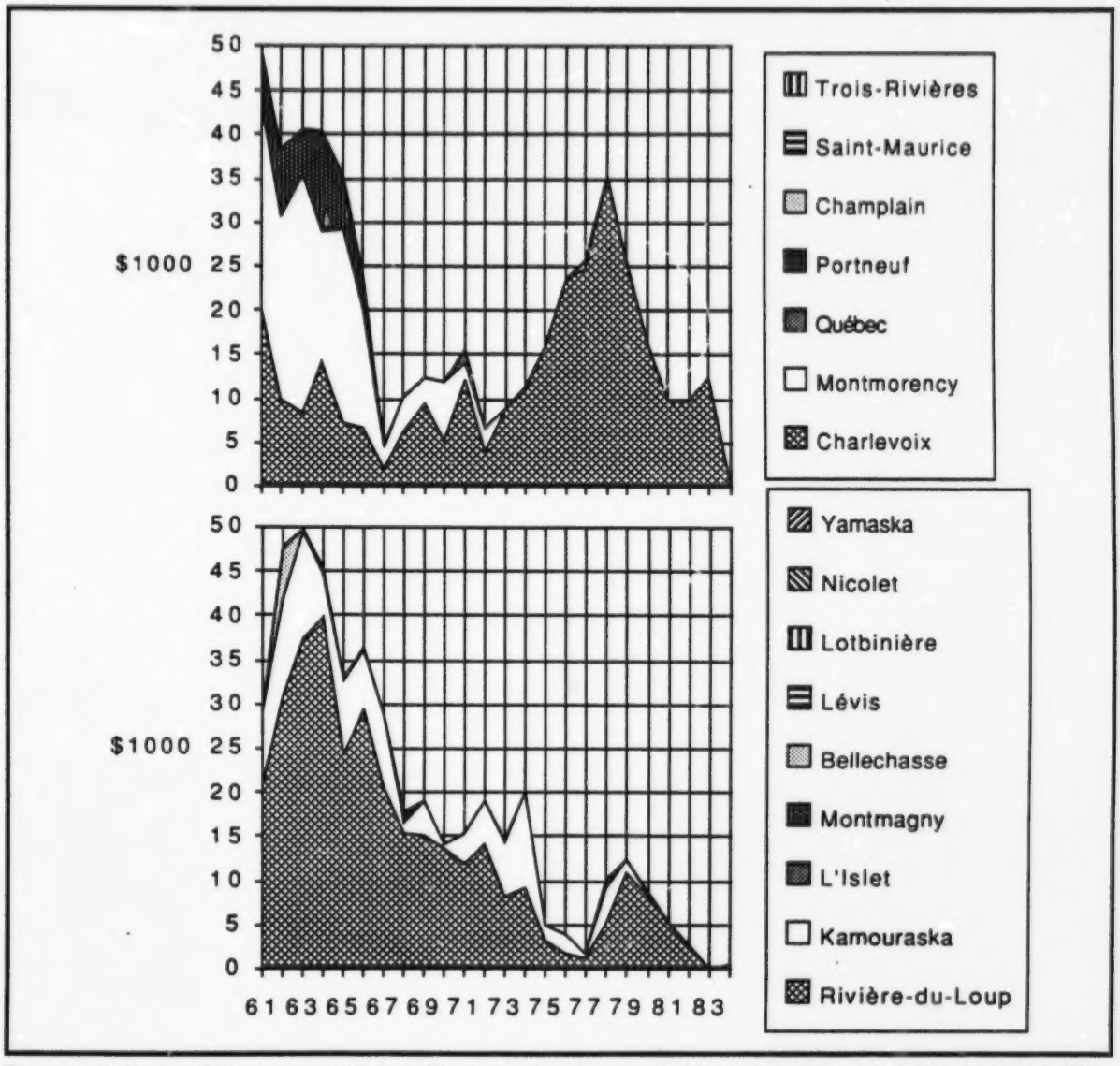


Figure 4. Valeur au débarquement ($ de 1981) des captures commerciales d'éperlan arc-en-ciel, de 1961 à 1984, pour les comtés bordant l'estuaire du Saint-Laurent, selon les rapports de pêche compilés par le Bureau de la Statistique du Québec. Les prises des comtés des rives nord et sud sont représentées séparément.

Des abus se produisaient régulièrement. On mentionne, entre autres, le cas de quelques pêcheurs qui quittaient les lieux avec plusieurs centaines de kg d'éperlan (C. Paré, G. Labrecque, comm. pers.). Ce poisson pouvait être ensuite vendu par des marchands ambulants. Cependant, certains cultivateurs se sont aussi servi de l'éperlan pour fertiliser leurs champs de pommes de terre.

Une enquête menée par l'association Belle Chasse et Pêche en 1971 montre que la fréquentation du site pendant la fraie dépassait facilement 1000 jours de pêche (Nadeau 1971). Un questionnaire, auquel ont répondu 381 pêcheurs, indique que les prises étaient en moyenne de 4.4 kg par personne (tableau 7). Si on applique cette estimation à 1000 pêcheurs, le prélèvement total d'éperlan dans la rivière Boyer cette année-là pourrait donc avoir atteint 4.4 t.

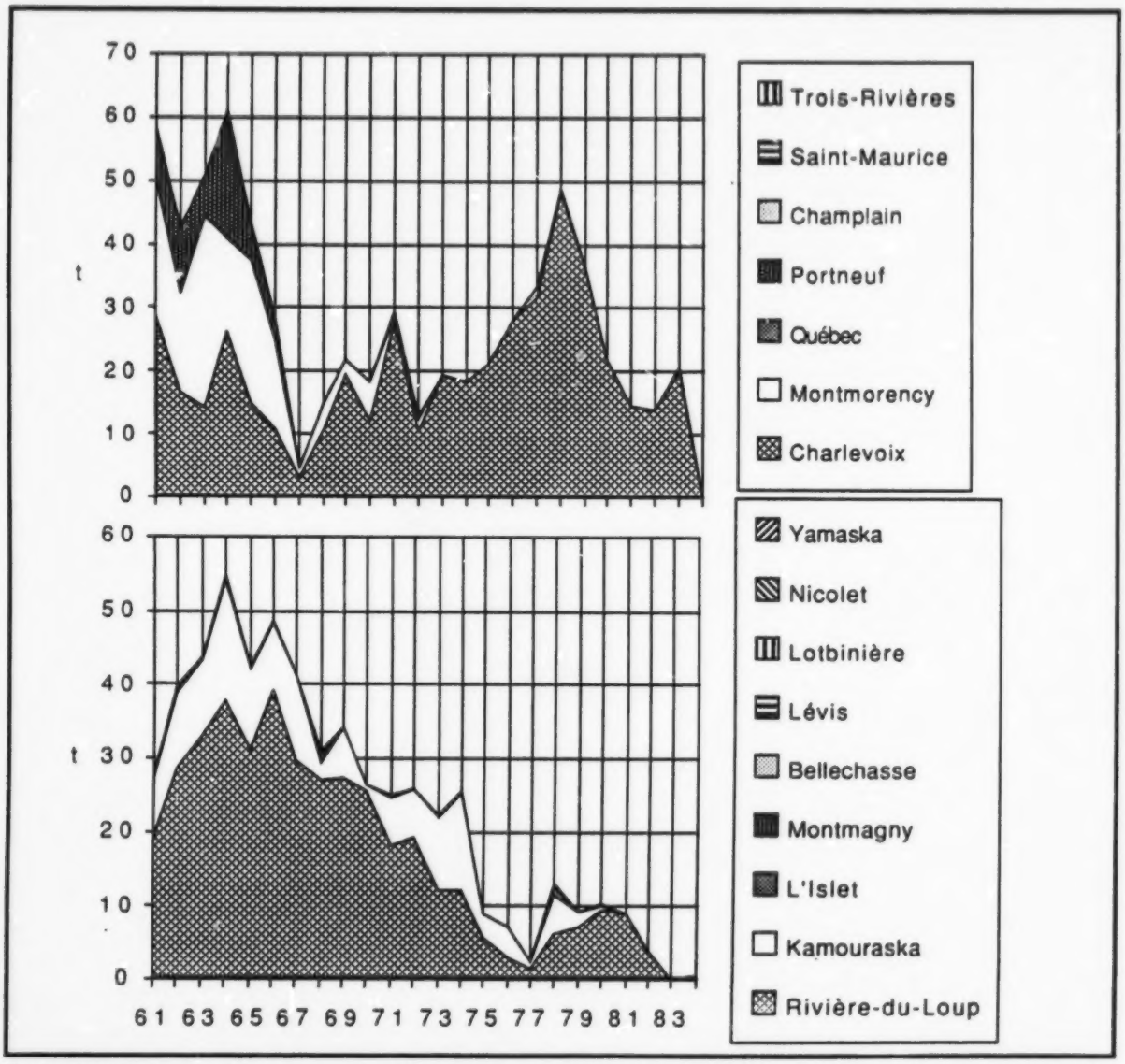


Figure 5. Volume des débarquements d'éperlan arc-en-ciel, de 1961 à 1984, pour les comtés bordant l'estuaire du Saint-Laurent, selon les rapports de pêche compilés par le Bureau de la Statistique du Québec. Les prises des comtés des rives nord et sud sont représentées séparément.

La pêche printanière dans la rivière Boyer a été suivie de plus près et soumise à une règlementation de 1971 à 1977, car les pêcheurs, les agents de conservation et les biologistes convenaient tous que l'éperlan devenait moins abondant (Paquet 1974). En 1977, on interdisait la pêche en amont du pont de la route 132, en raison de la baisse constante des effectifs. Cette activité n'a jamais repris.

Tableau 7. Prises d'éperlan au carrelet dans la rivière Boyer (Nadeau 1971).

Intervalle des classes de poids des prises(lb)		Nombre de pêcheurs	Prises totales par classe (kg)
	0	138	0
1	3	94	85
4	9	67	198
11	15	15	88
16	20	17	139
21	25	10	104
26	30	6	76
31	40	10	161
41	50	12	248
51	60	1	25
61	70	2	59
71	80	4	137
		5	340
Total		**381**	**1660**

5.3. PECHE SPORTIVE SUR LES QUAIS

La pêche de l'éperlan était autrefois une activité automnale très populaire des environs de l'Ile d'Orléans jusqu'au comté de Portneuf. Sur les quais de Québec et de Sillery, on pouvait voir se former *une forêt de bambou* (Vladykov et Michaud 1957). Après le travail ou pendant les fins de semaines, les gens se retrouvaient par centaines sur les quais, au début de la marée baissante. Dans les années quarante, les captures sportives étaient, près de Québec, plus importantes que les prises commerciales (Marcotte et Tremblay 1948).

L'intérêt pour la pêche sur les quais, autour de Québec et en amont, semble avoir décliné aussi subitement que les prises commerciales, à la fin des années soixante. Il est probable qu'une chute de l'abondance du poisson soit à l'origine de cette baisse.

La pêche sportive sur les quais demeure cependant une activité très populaire dans Charlevoix et le Bas Saint-Laurent, où les prises se font surtout l'été. Les seules données permettant de décrire sommairement cette activité proviennent d'une enquête du ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche dans la ZAC Charlevoix en 1977 (tableau 8).

Tableau 8. Pêche sportive de l'éperlan sur les quais de Charlevoix en 1977 (Anonyme 1978).

Quai	Jours de pêche	Heures de pêche par jour	Eperlans capturés par heure	Eperlans capturés
Baie Sainte-Catherine	190	2.9	2.1	1157
Saint-Siméon	23520	1.0	29.7	698544
Cap-à-l'Aigle	430	2.7	3.8	4412
Pointe-au-Pic	3780	3.6	4.1	55793
Saint-Irénée	280	3.6	17.5	17640
Saint-Joseph de la Rive	1290	2.2	3.5	9933
Baie Saint-Paul	26	6.4	11.9	1980
Total	**29516**			**789459**

5.4. RETOMBÉES POTENTIELLES D'UNE RESTAURATION DES STOCKS

Puisqu'il existe peu d'information sur l'exploitation passée et actuelle de l'éperlan, l'évaluation des retombées potentielles d'une restauration est forcément sommaire. Elle demande en outre de poser certaines d'hypothèses.

On suppose ici qu'un rétablissement de l'abondance passée de l'éperlan serait surtout bénéfique pour la pêche sportive dans l'estuaire supérieur, particulièrement de l'Ile d'Orléans au comté de Portneuf. Dans les années 1940, on estimait que la récolte sportive était plus importante que les débarquements commerciaux, aux environs de Québec (Marcotte et Tremblay 1948). La baisse marquée du nombre d'engins de pêche commerciale dans cette partie du fleuve depuis 1960 (Robitaille *et al.* 1988a) devrait donc accroître considérablement cet écart initial en faveur de la pêche sportive. Aux fins du calcul présenté ici, on a considéré comme négligeable la récolte commerciale après la restauration.

Les étapes de l'évaluation des retombées, en termes de jours de pêche, apparaissent au tableau 9. Au début des années soixante, les prises commerciales d'éperlan rapportées dans l'estuaire supérieur étaient d'environ 35 t. En supposant que les captures sportives étaient approximativement égales aux débarquements commerciaux, comme c'était encore le cas dans Charlevoix en 1977, le potentiel de captures totales après la restauration est évalué à 70 t, lesquelles seraient entièrement réservées à la pêche sportive. Les autres étapes de l'estimation font appel à des données tirées de l'enquête réalisée en 1977 sur les quais de Charlevoix (Anonyme 1978). On ne dispose d'aucune évaluation des intervalles de confiance entourant les estimés qui entrent dans ce calcul; la valeur obtenue au terme de cet exercice (67 000 jours de pêche) doit donc être interprétée avec prudence. On peut cependant considérer que la restauration de l'abondance de l'éperlan à un niveau comparable à celui du début des années soixante devrait ajouter au moins 50 000 jours de pêche au niveau actuel d'effort de pêche dans l'estuaire supérieur, qui serait d'environ 12 000 jours (P. Dumont, comm. pers.).

A première vue, cette évaluation peut paraître élevée. Il faut cependant se rappeler qu'en comparaison de l'agglomération de Montréal, celle de Québec offre peu de sites accessibles où l'on peut facilement capturer du poisson dans le Saint-Laurent. La pêche sportive dans cette partie du fleuve semble avoir beaucoup diminué dans les années soixante, avec la baisse d'abondance de l'éperlan et du bar rayé.

Une enquête socio-économique récente montre que les deux principales limites à l'accroissement de la pêche sportive sont, d'après les pêcheurs interrogés, le peu de temps dont ils disposent (57%) et le manque d'accès facile à des lieux de pêche (12%) (Lacasse *et al.* 1981). La pêche à l'éperlan permettrait de réduire ces contraintes pour un grand nombre de pêcheurs des environs de Québec.

La pêche à l'éperlan sur les quais est une activité accessible, qui a été très populaire dans le passé. Elle se pratique avec un minimum d'équipement et n'entraîne pas de dépenses élevées de déplacement et d'hébergement. Le fait qu'elle se concentre surtout à l'automne, après la période des vacances estivales, limite la concurrence avec la pêche sportive dans les territoires sauvages.

Tableau 9. Calcul du nombre de jours de pêche résultant d'une restauration des effectifs

Variable	Valeur	Source
A. Captures totales dans l'estuaire supérieur	70 t	B. Stat. Québec
B. Poids moyen des éperlans capturés	40 g	Anonyme 1978
C. Nombre d'éperlans capturés	1.75×10^6	A/B
D. Succès de pêche (prises/heures)	18	Anonyme 1978
E. Heures de pêche	97 200	C/D
F. Heures de pêche/jours de pêche	1.45	Anonyme 1978
G. Jours de pêche	67 000	E/F

Enfin, la pêche à l'éperlan revêt un aspect social plus développé que la plupart des autres formes de pêche sportive. Sur les quais, les pêcheurs se côtoient, comparent leurs prises et font un brin de causette entre les passages des bancs d'éperlan. Tout suggère donc que la reprise de cette activité permettrait à plusieurs citadins de prolonger agréablement la saison estivale.

6. EXPLICATIONS POSSIBLES DE LA BAISSE D'ABONDANCE DE L'ÉPERLAN DANS LA RIVIERE BOYER

Plusieurs explications de la baisse des effectifs d'éperlan dans la rivière Boyer peuvent être suggérées. La présente section fait la liste de ces hypothèses et les évalue sommairement à la lumière des données disponibles.

6.1. MORTALITÉ PAR UN AGENT NATUREL

On regroupe ici les facteurs naturels qui pourraient avoir contribué à un accroissement de la mortalité, quelle que soit la partie du cycle vital concernée et quel que soit l'habitat dans lequel le poisson séjourne.

Plusieurs cas de mortalité due à un agent naturel sont mentionnés dans la documentation scientifique. Les populations d'éperlan des lacs Huron et Michigan ont été dévastées en 1942 et 1943 par la plus grande mortalité catastrophique naturelle observée chez une population animale en Amérique du Nord. La cause de cette hécatombe, qui a entraîné une perte de débarquements évaluée à 23 000 t entre 1942 et 1946, semble avoir été une maladie virale (Van Oosten 1947).

L'éperlan peut être l'hôte de plusieurs parasites: protozoaires, trématodes, cestodes, nématodes, acanthocéphales, copépodes et crustacés (Margolis et Arthur 1979). Dans l'estuaire, on peut observer des cestodes et des trématodes dans les tubes digestifs de larves d'éperlan dès juin, premier mois de leur vie en mer (Courtois et Dodson 1986). Chez les juvéniles et les adultes, trois parasites sont fréquents et uniformément présents à travers les groupes d'âge. Ce sont le protozoaire *Glugea hertwigi*, le cestode *Diphyllobothrium sebago* et l'acantocéphale *Echinorhynchus salmonis* (Fréchet et Dodson 1983b).

Glugea hertwigi est un parasite spécifique de l'éperlan. On lui impute certains cas de mortalité massive après la fraie, le long des rives du lac Erié (Nepszy et Dechtiar 1972). Fréchet et Dodson (1983b) suggèrent qu'une augmentation de la fréquence de ce parasite pourrait se traduire par une mortalité endémique.

On ne possède actuellement aucune indication qu'une épizootie ou une infestation sévère par un parasite quelconque ait entraîné une augmentation dramatique de la mortalité. Actuellement, *Glugea hertwigi* semble être le parasite le plus fréquent, mais une infestation sévère devrait entraîner une mortalité anormalement élevée chez les géniteurs, après la reproduction. Ce phénomène n'a jamais été observé dans la rivière Boyer (R. Bossé, comm. pers.).

Le développement de champignons *(Aspergillus sp.)* sur les masses d'oeufs en rivière est un autre facteur naturel qui peut réduire la survie et les taux d'éclosion. Cependant, les amas se forment aux endroits où les oeufs sont déposés en très grande quantité, ce qui ne semble pas avoir été le cas dans la rivière Boyer au cours de vingt dernières années.

Enfin, les densités actuelles de prédateurs dans l'estuaire ne sont pas assez élevées pour que l'on puisse considérer sérieusement la possibilité qu'ils limitent les effectifs de l'éperlan (J.J. Dodson, comm. pers.).

6.2. SUREXPLOITATION OU DÉRANGEMENT PAR LA PECHE

6.2.1. Pêche commerciale dans l'estuaire

Les pêcheurs commerciaux ont régulièrement été accusés d'avoir surexploité les stocks de diverses espèces de poisson.

Dans le cas de l'éperlan, cette hypothèse est peu plausible. Ce poisson n'est pas une espèce-cible, vers laquelle l'installation des engins et l'activité de pêche sont orientées. Pour la grande majorité des pêcheurs, l'éperlan constitue plutôt une prise secondaire. De plus, l'espèce est très prolifique, sa croissance, rapide, et l'âge à la maturité, bas. Tous ces facteurs confèrent à l'éperlan beaucoup de résilience. Ce poisson supporte apparemment sans problème de très fortes pressions de pêche dans le lac Erié.

6.2.2. Pêche et dérangement sur les sites de fraie

Les premières mentions d'une baisse d'abondance de l'éperlan dans la rivière Boyer datent du début des années soixante-dix (Nadeau 1971; Paquet 1974).

Le problème semblant s'accentuer d'année en année, on s'est demandé si les captures n'avaient pas atteint un niveau assez élevé, en particulier en 1971 et 1972, pour que le renouvellement des effectifs en soit affecté (Paquet 1974).

Un niveau d'exploitation élevé pourrait avoir contribué à accélérer le déclin de l'éperlan dans la rivière Boyer, particulièrement si cette pêche entraîne un dérangement continuel des géniteurs et le piétinement des frayères. Cependant ce facteur a peu de chances d'être la cause principale de la baisse, puisque la quantité d'oeufs déposés en rivière a continué à décliner même pendant les années qui ont suivi l'interdiction de la pêche (1977).

6.3. PRODUCTION LIMITÉE PAR L'HABITAT D'ALEVINAGE ET DE CROISSANCE PRÉ-REPRODUCTRICE

6.3.1. Augmentation de mortalité des larves due à la mauvaise qualité des eaux dans l'estuaire

Aucun changement important dans l'abondance des larves n'a été remarqué dans l'estuaire moyen, depuis le début des années quatre-vingt (J.J. Dodson, comm. pers.). Toutefois, en supposant que des modifications majeures de la qualité des eaux se soient produites entre la fin des années soixante et le début des années quatre-vingt, on ne possède aucune information permettant de tester l'hypothèse que la survie des larves ait été affectée.

Les larves d'éperlan s'alimentent dans la zone du bouchon de turbidité, où l'action des marées et des courants remet en circulation les contaminants. Des dosages réalisés sur des éperlans capturés à cet endroit, aux stades de larves, de juvéniles et d'adultes, montrent que leur teneur en BPC s'accroît avec la taille mais n'atteint cependant pas des niveaux élevés (Gagnon *et al.*, sous presse).

En 1973, on a effectué quelques déterminations des concentrations de mercure et de pesticide (PCB 1254) dans la chair d'éperlans adultes capturés à la rivière Boyer (G. Trencia, comm. pers.). Dans tous les cas, les valeurs mesurées étaient nettement inférieures aux limites recommandées pour la consommation humaine.

A première vue, il ne semble pas que l'éperlan subisse une exposition chronique à des contaminants qui affectent sa survie. Cependant, on ne peut pas exclure la possibilité que se soient produits, dans le passé, des épisodes de mortalité massive résultant d'une exposition temporaire à de fortes concentrations de produits toxiques.

6.3.2. Diminution de la capacité de support de l'estuaire pour l'éperlan

Les larves d'éperlans se nourrissent d'abord de copépodes puis, à mesure que leur taille s'accroît, d'organismes plus gros, comme les mysidacés. Dans l'estuaire du Saint-Laurent, cette nourriture est extrêmement abondante. L'hypothèse d'un réduction de la capacité de support de l'habitat des larves comme cause de la réduction des effectifs dans la rivière Boyer est donc peu plausible.

Par ailleurs, si une modification de l'habitat des larves dans l'estuaire avait réduit la production d'éperlan, la montée de géniteurs dans d'autres tributaires utilisés pour la fraie aurait été aussi affectée, ce qui ne semble pas être le cas.

6.4. PRODUCTION LIMITÉE PAR LES HABITATS DE FRAIE DISPONIBLES

Parmi les personnes consultées, la plupart de celles qui connaissent la rivière Boyer depuis plusieurs années ont exprimé l'avis que la détérioration des frayères était la cause la plus probable de la diminution d'abondance de l'éperlan dans ce cours d'eau. L'état actuel de cet habitat de fraie, si on le compare à ce qu'il fut dans le passé ou à la situation qui prévaut toujours dans la rivière Ouelle, indique deux types d'altération: d'une part, une réduction de la surface des frayères et d'autre part, une baisse de leur qualité.

Bien qu'elle paraisse peu probable, l'hypothèse d'un obstacle bloquant la remontée des géniteurs a été ajoutée ici; parce qu'elle demande tout de même à être vérifiée.

6.4.1. Obstacle à la remontée des géniteurs

La présence d'oeufs dans le ruisseau Beaumont, qui se jette dans le Saint-Laurent à quelques kilomètres en amont de la rivière Boyer, confirme que des obstacles infranchissables ne sont pas apparus dans le fleuve même.

Dans la rivière Boyer, aucune barrière physique ne bloque la migration des géniteurs jusqu'aux aires de fraie. Il resterait à vérifier si la remontée de l'éperlan n'est pas affectée par la médiocre qualité des eaux.

Depuis 1983, le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche a cessé d'effectuer le suivi de la montée des géniteurs. Il est important de reprendre ces travaux pour savoir si des éperlans en état de frayer remontent encore la rivière en nombre suffisant, car les premières démarches de restauration de la population dépendront directement de leur présence.

6.4.2. Réduction de la surface de frayères

Les témoignages de personnes qui ont visité la rivière Boyer dans les années cinquante indiquent que le site sur lequel se trouvait autrefois la frayère la plus importante a été modifié par la construction des ponts de l'autoroute 20 (A. Michaud, G. Labrecque, comm. pers.). Ces ouvrages peuvent avoir eu un impact non seulement sur le site même, mais aussi en aval, puisque ces structures affectent l'écoulement de l'eau en période de crue.

L'enlèvement de la végétation le long des rives est venu accentuer le problème de stabilité des berges. Puisque le lit de la rivière est constamment modifié, on peut supposer qu'il se produit aussi des changements dans la délimitation des zones où le substrat et les conditions d'écoulement seraient propices à la fraie.

6.4.3. Réduction de la qualité de l'habitat de fraie

L'autre type de détérioration de l'habitat de fraie de l'éperlan concerne la qualité des eaux.

La forte concentration de production animale dans le bassin entraîne une production de fumier en excès de l'aire disponible pour leur épandange. Le ruissellement de surface porte les surplus d'éléments nutritifs jusqu'à la rivière, où ils contribuent à l'enrichissement des eaux et à la prolifération d'algues filamenteuses.

Les effets précis de la mauvaise qualité des eaux sur la fraie et l'incubation n'ont pas encore été évalués. Il pourrait arriver qu'une forte activité bactérienne ait des répercussions sur la demande biologique en oxygène (DBO) et entraîne des fluctuations importantes de l'oxygène dissous sur une période de 24 heures, provoquant l'asphyxie des oeufs. La toxicité de certains sous-produits de la décomposition des fumiers pourrait également augmenter la mortalité des oeufs.

On a aussi suggéré que le développement d'algues pouvait empêcher les oeufs d'adhérer au substrat et de s'y développer (G. Trencia, comm. pers.). Cette dernière explication paraît la plus plausible car on a remarqué que les années de forte crue, on trouvait plus d'oeufs fixés aux pierres. Il est donc possible que les vitesses d'écoulement élevées et les matières en suspension nettoient les pierres par abrasion.

7. PROJETS RECOMMANDÉS

Les informations présentées dans ce document suggèrent qu'une détérioration de l'habitat de fraie dans la rivière Boyer soit la principale cause de la baisse d'abondance de ce poisson dans ce cours d'eau, depuis une vingtaine d'années.

Dans l'état actuel des connaissances, il serait toutefois prématuré de rejeter sans vérification certaines autres explications possibles du déclin. L'approche suggérée ici est principalement centrée sur la rivière Boyer comme habitat de fraie de l'éperlan; elle prévoit cependant un certain nombre de vérifications ponctuelles dans d'autres parties de l'habitat de ce poisson afin de circonscrire avec encore plus de certitude les causes de la réduction d'abondance.

Par ailleurs, la relation possible entre la réduction des habitats de fraie dans la rivière Boyer et la baisse d'abondance d'éperlans dans l'estuaire demeure un point sur lequel l'information disponible ne permet pas de conclure. La restauration de la rivière Boyer pourrait bien offrir une occasion unique de mesurer l'importance de ses frayères pour l'ensemble des effectifs de cette espèce dans l'estuaire.

7.1. CAMPAGNE RÉGIONALE DE SENSIBILISATION

Ce volet vise à sensibiliser la population en général au projet de restauration de l'habitat de fraie de l'éperlan dans la rivière Boyer, de façon à créer un climat de collaboration propice au succès de l'entreprise. Les services gouvernementaux de communication pourraient être invités à collaborer en fournissant une couverture adéquate du projet grâce à leurs réseaux d'information et aux moyens habituels de communication: dépliants, communiqués de presse, kiosques d'information et conférences présentées lors d'évènements régionaux, dans les écoles, les centres commerciaux, les coopératives agricoles, etc.

Ce volet devrait permettre de faire l'éducation de toutes les personnes et organisations qui seront impliquées dans la restauration, de susciter leur intérêt et d'orienter leur participation. Une telle campagne aura aussi pour effet de mettre plus de pression du côté des pollueurs afin de les inciter à collaborer à l'assainissement du bassin.

7.2. ACQUISITION DE CONNAISSANCES

7.2.1. Paramètres physiques de l'habitat

Photointerprétation des modifications du lit de la rivière: Dans le cadre de ce projet, on comparerait l'état actuel et passé du lit de la rivière, à l'aide de photographies aériennes, afin de décrire et de quantifier les changements qui se sont produits. On devrait porter une attention toute spéciale au sites de fraie de l'éperlan, aux ouvrages ayant affecté l'écoulement, à l'enlèvement de la végétation, aux effets du drainage agricole, à l'érosion et à la stabilité des berges.

Transects permanents du lit de la rivière: Ce projet consiste à établir des transects permanents (avec des repères fixes en dehors du lit de la rivière) qui serviraient surtout à mesurer, au fil des ans, les modifications du lit, dans la section où fraie l'éperlan.

Ces transects permanents pourraient aussi être utilisés pour délimiter, à chaque année, la zone de dépôt des oeufs.

Installation d'une station de jaugeage: On ne possède pas d'information permettant de décrire l'écoulement de l'eau dans la section de la rivière Boyer où se trouvent les habitats de fraie de l'éperlan. L'installation d'une station de jaugeage permettrait d'obtenir des renseignements qui seront d'une grande utilité pour la restauration: débit de crue, débit d'étiage, temps de réponse du bassin aux précipitations, capacité de transport, caractéristiques du ruissellement, etc.

7.2.2. Qualité des eaux

Malgré les problèmes évidents d'assainissement agricole dans son bassin versant, il n'existe aucune station d'échantillonnage de la qualité des eaux dans la rivière Boyer. Une première démarche consisterait donc à faire auprès du ministère de l'Environnement du Québec les représentations nécessaires pour des stations permanentes du réseau de la qualité des eaux soient établies dans la rivière Boyer.

De plus, il faudrait exercer un suivi encore plus serré de la qualité des eaux pendant la période printanière débutant avec la débâcle et se terminant à la dévalaison des larves (fin mai). Puisqu'on vise à mesurer les effets de la pollution diffuse par les lisiers, le plan d'échantillonnage devrait prévoir la prise de données en fonction des épandages, de la fonte des neiges et des orages.

Parmi les variables à mesurer, on peut mentionner le pH, la température, la turbidité, le phosphore, l'azote, les matières en suspension, l'oxygène dissous, la demande biologique en oxygène, les coliformes et le développement des algues.

7.2.3. Projets ponctuels sur certains aspects de la biologie de l'éperlan

On a regroupé sous cette rubrique des projets ponctuels, qui devraient normalement être réalisés en une seule saison.

Importance de la rivière Boyer et d'autres tributaires pour la fraie: Les rivières Boyer et Ouelle sont depuis longtemps considérées comme les plus importants sites de fraie de l'éperlan de l'estuaire. Si les frayères dans des tributaires sont vraiment aussi peu nombreuses que le laissent croire les renseignements disponibles, la

restauration de la rivière Boyer pourrait être d'autant plus importante pour l'espèce.

On croit que l'éperlan pourrait frayer dans certains petits tributaires du Saint-Laurent. Certains de ces sites potentiels ont été visités en 1989, mais à des dates trop tardives pour conclure de façon certaine qu'ils ne sont pas utilisés (Trencia 1989). Cet inventaire devrait donc être fait de nouveau, plus tôt pendant la période d'incubation des oeufs.

Adhérence des oeufs au substrat: Ce projet s'intéresse à la croissance des algues filamenteuses sur les pierres et à leur effet sur la fixation des oeufs d'éperlan.

On devrait examiner la croissance de ces algues en fonction des conditions du milieu (température de l'eau, éléments nutritifs dans l'eau, etc.) et tester différentes techniques auxquelles on pourrait avoir provisoirement recours pour nettoyer les pierres, avant la fraie.

Ce projet pourrait aussi comprendre l'essai de différents substrats artificiels qui pourraient permettre le captage des oeufs et leur incubation en rivière.

Survie et développement des oeufs en rivière: Ce projet a pour but d'évaluer la survie des oeufs en fonction des conditions qui prévalent en rivière pendant l'incubation. Cette expérience pourrait être faite avec des oeufs fécondés artificiellement ou avoir recours à des manipulations telles que le transfert, d'une rivière à l'autre, d'un substrat couvert d'oeufs.

7.3. RESTAURATION DE L'HABITAT DANS LA RIVIERE BOYER

7.3.1. Réduction du ruissellement des lisiers

La collaboration du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation et du ministère de l'Environnement du Québec devrait être sollicitée afin que le problème d'épandage de lisiers et d'enrichissement des eaux trouve rapidement une solution. On devrait s'enquérir des possibilités d'accélérer les programmes d'assainissement agricoles dans le bassin de la rivière Boyer.

Entretemps, on devrait examiner les possibilités de mesures qui pourraient être mises en application immédiatement afin de réduire l'impact des pratiques agricoles actuelles sur la qualité des habitats aquatiques dans la rivière Boyer.

7.3.2. Stabilisation des rives et regénération des boisés entourant la rivière

Ce travail fait appel à diverses techniques de stabilisation des berges et des talus sensibles au ravinement (gabions, treillis, plantations d'aulnes, etc.).On cherche ici à réduire le transport de matériaux fins et de matières nutritives vers la rivière, l'érosion des berges et la sédimentation. Ce volet pourrait être mis en oeuvre dans le cadre de la politique provinciale de protection des milieux riverains et faire appel à une participation populaire.

Des ententes pourraient être prises avec les propriétaires riverains afin de créer un frange de boisés tout le long de la rivière. Cette ceinture de végétation filtrerait les eaux de ruissellement et aiderait à stabiliser les berges.

7.3.3. Restauration de la frayère principale

Ce volet ne devrait pas être entrepris avant que les problèmes de qualité des eaux et de stabilité des berges n'aient été résolus. On pourrait alors évaluer les possibilités de reconstituer un site offrant des conditions semblables à celles qui prévalaient autrefois dans la frayère principale.

7.4. RECONSTITUTION DE LA POPULATION D'ÉPERLAN

7.4.1. Mesures temporaires pour favoriser l'augmentation des effectifs

On regroupe ici des mesures temporaires destinées à accélérer le rétablissement de la population. Le type d'intervention à préconiser pourrait dépendre des informations recueillies dans le cadre des autres projets.

Nettoyage du substrat en place: L'utilisation d'une telle mesure demanderait que des géniteurs soient présents en rivière. On suppose que l'importance du dépôt d'oeufs dépendrait alors de la superficie de substrat permettant leur fixation.

Divers moyens de nettoyer les pierres pourraient être mis à l'essai: jet d'eau sous pression, brossage, etc. Ces travaux devraient être effectués le plus tard possible à l'automne, avant la formation du couvert de glace sur la rivière.

Utilisation de substrats artificiels: Dans l'hypothèse que la mesure précédente soit impossible à appliquer ou s'avère inefficace, l'étape suivante serait de recourir provisoirement à des substrats mis en rivière avant la fraie afin de capter les oeufs et de leur offrir un support adéquat pendant l'incubation.

Transplantation d'oeufs d'une rivière à l'autre: On peut examiner ici les possibilités de capter des oeufs dans un autre cours d'eau pour les transporter dans la rivière Boyer. Le problème consisterait surtout à trouver un substrat qui recueillerait une densité d'oeufs suffisamment élevée pour que ces transferts soient efficaces.

Production artificielle d'oeufs et de larves: Si les méthodes précédentes n'offrent pas de résultats satisfaisants, on peut envisager de recourir à des techniques de production artificielle d'oeufs et de larves, en bassins ou en canaux de fraie. A l'heure actuelle, on peut réaliser facilement la fécondation et l'incubation des oeufs d'éperlan (Akielaszek et al. 1985). On n'est pas encore parvenu à déclencher l'alimentation des larves, après la résorbtion du sac vitellin. Mais, dans le cas qui nous intéresse, cette restriction n'aurait probablement pas de conséquences puisque les larves seraient ensemencées dans la rivière Boyer et se retrouveraient dans le milieu naturel au moment où elles doivent commencer à s'alimenter.

7.4.2. Suivi de la population pendant sa restauration

Les projets suivants devraient normalement s'étaler sur une période de plusieurs années. Idéalement, ces projets devraient être menés en parallèle sur les rivières Ouelle et Boyer, afin de permettre certaines comparaisons entre rivières.

Montée des géniteurs: Depuis 1983, le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche a cessé d'effectuer une pêche expérimentale dans la rivière Boyer à l'époque de la fraie. Dans la rivière Ouelle, aucun suivi n'a été fait à date, mis à part un échantillonnage sommaire au printemps 1989 (G. Verreault, comm. pers.).

Il serait important de reprendre au plus tôt l'échantillonnage de la migration de fraie dans la rivière Boyer et d'établir un suivi semblable dans la rivière Ouelle. La présence et l'abondance des géniteurs constitue en effet une donnée fondamentale. Selon que des géniteurs remontent ou non la rivière Boyer en nombre suffisant à l'heure actuelle, l'approche de la restauration peut différer considérablement. Si l'éperlan est encore présent, on peut entreprendre d'améliorer son habitat de fraie. Mais s'il est absent, il faut d'abord le réintroduire.

Les sessions de pêche expérimentale offrent l'occasion de déterminer plusieurs caractéristiques des poissons (longueur, poids, sexe, âge, parasites, etc.), dont certaines sont importantes, dans le contexte actuel (par exemple, le taux de parasitisme).

L'intensité de la montée devrait être évaluée en captures par intervalle de temps. D'autres variables décrivant les conditions du milieu devraient être aussi enregistrées: heure, température, conditions d'éclairement, état de marée, etc.

Estimation du dépôt d'oeufs dans les frayères: Ce volet vise à évaluer la quantité d'oeufs déposés dans les frayères connues des rivières Ouelle et Boyer. Ce travail devrait être fait environ une semaine après le pic de la fraie. Il consiste à délimiter des zones de dépôt d'oeufs, par classes de densité, et à évaluer, dans chaque zone, les proportions d'oeufs translucides et d'oeufs blancs.

Le nombre d'oeufs déposés doit être mis en relation avec une production de larves mesurée à l'embouchure de la rivière (projet suivant).

Dévalaison des larves: La production de larves d'un tributaire peut être estimée en échantillonnant les larves à l'embouchure, au moment de leur dévalaison (Ouellet et Dodson 1985a,b). On peut ainsi obtenir une mesure assez représentative de la production de l'ensemble des frayères de chaque rivière.

Abondance de larves d'éperlan dans l'estuaire: Ce volet demande la mise au point d'un indice d'abondance des larves d'éperlan dans l'estuaire et son utilisation subséquente pour des comparaisons interannuelles.

A l'heure actuelle, il est impossible d'évaluer la contribution des diverses frayères, dans les tributaires ou dans le fleuve, au groupe de larves qui séjournent dans la partie partiellement mélangée de l'estuaire. Si la restauration des frayères de la rivière Boyer était un succès, on pourrait peut-être un jour en déceler l'impact au niveau des densités de larves dans ce secteur.

Abondance d'éperlans immatures (0+ et 1+) dans les habitats côtiers: Un inventaire ichtyologique de la zone intertidale, dans la région de Kamouraska, a mis en évidence l'abondance d'éperlans d'un an (1+) dans ce type de milieu et leur remplacement par les juvéniles de l'année (0+), vers le milieu d'août (Dutil et Fortin 1983). La possibilité d'établir un réseau de stations fixes de pêche expérimentale le long de l'estuaire devrait être étudiée. Ce réseau pourrait offrir la possibilité d'évaluer l'abondance des groupes d'âge juvéniles tant chez l'éperlan que chez le poulamon. Cette information pourrait être très utile à la gestion de l'exploitation de ces espèces.

8. CONCLUSION

L'information présentée dans ce document suggère qu'une intervention sur l'habitat de fraie de l'éperlan dans la rivière Boyer pourrait contribuer à restaurer l'abondance de ce poisson dans ce cours d'eau et possiblement dans l'ensemble de l'estuaire du Saint-Laurent.

L'allure des débarquements commerciaux montre que l'éperlan est devenu soudainement moins abondant dans l'estuaire supérieur à partir de 1967 (Robitaille *et al.* 1988a). Il est possible que la détérioration de son habitat de fraie dans la rivière Boyer ait empêché cette espèce normalement résiliente de rétablir ses effectifs.

A l'heure actuelle, l'estuaire offre une nourriture abondante à l'éperlan, aux stades de larve, de juvénile et d'adulte. Ce poisson se trouve à un niveau trophique suffisamment bas pour ne pas être exposé à des niveaux de contamination qui affecteraient sa survie. A première vue, l'accessibilité des rivières où se trouvent les frayères n'a pas changé. L'analyse de l'information effectuée dans le cadre de ce travail fait ressortir comme cause la plus probable de la réduction d'abondance de l'éperlan la détérioration de ses frayères dans la rivière Boyer.

Compte tenu de la petite superficie du bassin de drainage et de l'identification assez certaine des causes d'altération d'habitat, la restauration des frayères de l'éperlan dans ce cours d'eau paraît réalisable. L'espèce est prolifique, croît rapidement et atteint la maturité en deux ou trois ans. L'augmentation de ses effectifs, en réponse à une restauration, devrait donc être rapide.

L'éperlan présente un attrait pour les pêcheurs sportifs. Un rétablissement de son abondance passée dans l'estuaire supérieur permettrait de relancer une pêche automnale sur les quais qui était autrefois très populaire. Par ailleurs, son faible degré de contamination ne devrait pas limiter la consommation humaine.

Les interventions de restauration devraient intéresser le public et susciter l'adhésion de la majorité des personnes et organismes impliqués. Cette entreprise, si elle permettait d'obtenir des résultats perceptibles rapidement, ouvrirait la porte à des actions à plus long terme et de plus grande

envergure sur d'autres espèces, comme le bar rayé et le béluga.

Parmi les poissons en situation précaire dans le Saint-Laurent, l'éperlan est celui qui se prête le mieux à une restauration immédiate. L'information analysée dans ce rapport suggère d'intervenir en tout premier lieu sur les frayères de la rivière Boyer.

9. REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier Guy Trencia, Hélène Beaulieu et Raymond Bossé, du ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, pour leur participation active à des discussions et des échanges de renseignements qui ont facilité la réalisation de ce document. Ont également été consultées les personnes suivantes: Adolphe Michaud et Germain Labrecque, du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation; Julian Dodson, du département de biologie, Université Laval; Guy Verreault, du ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche; Marc Simoneau, Pierre Vallée et Camille Paré, du ministère de l'Environnement du Québec.

Line Choinière a participé à la recherche d'information, à la compilation de données et à leur présentation graphique.

Enfin, Louis Désilets et Gordon Walsh, du ministère des Pêches et des Océans, et Guy Trencia ont revisé une version préliminaire de ce document et formulé plusieurs commentaires fort utiles.

10. RÉFÉRENCES

Akielaszek, J.J., J.R. Moring, S.R. Chapson et J.H. Dearborn. 1985. Experimental culture of young rainbow smelt, *Osmerus mordax*. Trans. Amer. Fish. Soc. 114: 596-603.

Anonyme. 1978. Etude de la pêche sportive sur les quais de Charlevoix. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. Rapport non publié.

Anonyme. 1986. Revaloriser la rivière Boyer. Direction des communications et de l'éducation. Ministère de l'Environnement du Québec. 17 p.

Bailey, M.M. 1964. Age, growth, maturity and sex composition of the American smelt, *Osmerus mordax* (Mitchill), of Western Lake Superior. Trans. Amer. Fish. Soc. 93: 382-395.

Baldwin, N.S. 1950. The American smelt, *Osmerus mordax* (Mitchill), of South Bay, Manitoulin Island, Lake Huron. Trans. Amer. Fish. Soc. 78 (1948): 176-180.

Bossé, R. et D. Carrier. 1977. Rapport sur le frai de l'éperlan dans la rivière Boyer, printemps 1977. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. 4 p.

Bourassa, J.J. et R. Lesage. 1973. Visite de frayères d'éperlan, lac Kénogami, 1973. Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, 19 p.

Carrier, D. 1984. Etude de la fraye de l'éperlan à la rivière Boyer, comté de Bellechasse, en 1983. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, SAEF Québec. 12 p.

Carrier, D., R. Bossé et G. Trencia. 1979. Etude de la fraye de l'éperlan à la rivière Boyer, comté de Bellechasse, 1978. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, SAEF Québec. 16 p.

Carrier, D., R. Bossé et G. Trencia. 1980. Etude de la fraye de l'éperlan à la rivière Boyer, comté de Bellechasse, 1979. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, SAEF Québec. 14 p.

Carrier, D., R. Bossé et G. Trencia. 1981. Etude de la fraye de l'éperlan à la rivière Boyer, comté de Bellechasse, 1980. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, SAEF Québec. 19 p.

Carrier, D., R. Bossé et G. Trencia. 1982a. Etude de la fraye de l'éperlan à la rivière Boyer, comté de Bellechasse, 1981. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, SAEF Québec. 20 p.

Carrier, D., R. Bossé et G. Trencia. 1982b. Etude de la fraye de l'éperlan en 1982 à la rivière Boyer, comté de Bellechasse, et synthèse des renseignements sur la fraye compilés depuis 1978. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, SAEF Québec. 22 p.

C.C.M.R.E. 1987. Recommandations pour la qualité des eaux au Canada. Conseil canadien des ministres des ressources et de l'environnement.

Courtois, R. et J.J. Dodson. 1986. Régime alimentaire et principaux facteurs influençant l'alimentation des larves de capelan *(Mallotus villosus)*, d'éperlan *(Osmerus mordax)* et de hareng *(Clupea harengus harengus)* dans un estuaire partiellement mélangé. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 43: 968-979.

Courtois, R., M. Simoneau, et J.J. Dodson. 1982. Interactions multispécifiques: répartition spatio-temporelle des larves de capelan *(Mallotus villosus)*, d'éperlan *(Osmerus mordax)* et de hareng *(Clupea harengus harengus)* au sein de la communauté planctonique de l'estuaire moyen du Saint-Laurent. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 39: 1164-1174.

Dodson, J.J., J.C. Dauvin, R. G. Ingram et B. d'Anglejan. 1989. Abundance of larval rainbow smelt *(Osmerus mordax)* in relation to the maximum turbidity zone and associated macroplanctonic fauna of the middle St. Lawrence estuary. Estuaries 12 (2): 66-81.

Dutil, J.D. et M. Fortin. 1983. La communauté de poissons d'un marécage intertidal de l'estuaire du Saint-Laurent. Naturaliste can. (Rev. Ecol. Syst.) 110: 397-410.

E.P.A. 1976. Quality Criteria for Water. United States Environmental Protection Agency. EPA-440/9-76-023.

Fréchet, A., J.J. Dodson and H. Powles. 1983a. Use of variation in biological characters for the classification of anadromous rainbow smelt *(Osmerus mordax)* groups. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 40: 718-727.

Fréchet, A., J.J. Dodson et H. Powles. 1983b. Les parasites de l'éperlan d'Amérique *(Osmerus mordax)* anadrome du Québec et leur utilité comme étiquettes biologiques. Can. J. Zool. 61: 621-626.

Gagnon, M., J.J. Dodson, M. Comba et K. Kaiser. (sous presse). Congener specific analysis of the accumulation of PCB's by aquatic organisms in the maximum turbidity zone of the St. Lawrence estuary. Sc. of the Total Environment.

Greene, C.W. 1930. The smelts of lake Champlain. In: A biological survey of the Champlain watershed. Suppl. to 19th Ann. Rep. N.Y. Cons. Dept., 1929: 105-129.

Hoover, E.E. 1936. The spawning activities of fresh water smelt, with special reference to sex ratio. Copeia 1936: 85-91.

Jilek, R., B. Cassell, D. Peace, Y. Garza, L. Riley and T. Siewart. 1979. Spawning population dynamics of smelt, Osmerus mordax. J. Fish. Biol. 15: 31-35.

Lacasse, M., J.L. Ducharme et J. Pelletier. 1981 (approx.). Le loisir relié à l'utilisation de la faune au Québec. Etude auprès de la population. Ministère de Loisir, de la Chasse et de la Pêche. Direction de l'analyse et de la recherche socio-économique. 321 p.

Langlois, T.H. 1935. Notes on the spawning habits of the Atlantic smelt. Copeia 1935 (3): 141-142.

Laprise, R. et J.J. Dodson. 1989. Ontogeny and importance of tidal vertical migrations in the retention of larval smelt *Osmerus mordax* in a well-mixed estuary. Mar. Ecol. Prog. Ser. 55: 101-111.

Magnin, E. et G. Beaulieu. 1965. Quelques données sur la biologie de l'éperlan, *Osmerus eperlanus mordax* (Mitchill), du Saint-Laurent. Naturaliste can. 92: 81-105.

Marcotte, A. et J.L. Tremblay. 1948. Notes sur la biologie de l'éperlan, *Osmerus mordax* (Mitchill), de la province de Québec. Contrib. Stn. Biol. Saint-Laurent, Cahier 18: 107 p.

Margolis, L. et J.R. Arthur. 1979. Synopsis of the parasites of fishes of Canada. Fish. Res. Board Canada, Bull. 199

McKenzie, R.A. 1964. Smelt life history and fishery in the Miramichi River, New Brunswick. Fish. Res. Board Can. Bull. 144: 77 p.

Nadeau, R. 1971. Rapport sur la pêche à l'éperlan. Constatations sur la période de pêche. Belle Chasse et Pêche Inc. 3 p.

Nepszy, S.J. and A.O. Dechtiar. 1972. Occurence of *Glugea hertwigi* in lake Erie rainbow smelt *(Osmerus mordax)* and associated mortality in adult smelt. J. Fish. Res. Bd. Canada 29: 1639-1641.

Ouellet, P. et J.J. Dodson. 1985a. Dispersion and retention of andromous rainbow smelt *(Osmerus mordax)* larvae in the middle estuary of the St.Lawrence River. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42: 332-341.

Ouellet, P. et J.J. Dodson. 1985b. Tidal exchange of anadromous rainbow smelt *(Osmerus mordax)* larvae between a shallow spawning tributary and the St.Lawrence estuary. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42: 1352-1358.

Paquet, G. 1967. Inventaire physique et ichtyologique de la rivière Ouelle et de la Grande Rivière, comté de Kamouraska, été 1964. Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, Travaux en cours en 1964, 4: 85-107.

Paquet, G. 1974. La pêche à l'éperlan dans la rivière Boyer. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. 2 p.

Paquet, G. 1977. Etude physique et inventaire ichtyologique sommaire du bassin hydrographique de la rivière Boyer, 1971. Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, Travaux en cours (1974-1977),10: 85-107.

Pomerleau, C. et S. Trépanier. 1985. Les statistiques officielles de la pêche commerciale dans les eaux intérieures du Québec: une image peu représentative de la réalité et peu utile pour la gestion des pêches. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. Direction de la faune aquatique. Document interne. 24 p.

Robitaille, J.A., C. Pomerleau et P. Paulhus. 1987. Analyse sommaire des captures de la pêcherie expérimentale de l'Aquarium du Québec, de 1971 à 1986. Direction de la Faune Aquatique, Service des Espèces d'eau fraîche. Rapp. Tech. No. 87-01: 54 p.

Robitaille, J.A., Y. Vigneault, G. Shooner, C. Pomerleau et Y. Mailhot. 1988a. Modifications physiques de l'habitat du poisson dans le Saint-Laurent de 1945 à 1984 et effets sur les pêches commerciales. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 1608: v + 45 p.

Robitaille, J.A., Y. Vigneault, G. Shooner, C. Pomerleau et Y. Mailhot. 1988b. Modifications physiques de l'habitat du poisson dans le Saint-Laurent de 1945 à 1984 et effets sur les pêches commerciales. Données complémentaires sur les pêches commerciales en eau douce au Québec. Rapp. stat. can. sci. halieut. aquat. 697: v + 31p.

Rupp, R.S. 1965. Shore-spawning and survival of eggs of the American smelt. Trans. Amer. Fish. Soc. 94: 160-168.

Trencia, G. 1989. Vérification de la fraie de l'éperlan arc-en-ciel dans des tributaires du Saint-Laurent dans la région de Québec en 1989. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche (préliminaire).

Van Oosten, J. 1947. Mortality of smelt, *Osmerus mordax* (Mitchill), in lakes Huron and Michigan during the fall and winter of 1942-1943. Trans. Amer. Fish. Soc. 74: 310-377.

Veilleux, C.M. 1966. Evaluation du taux d'éclosion de l'éperlan, *Osmerus mordax* (Mitchill), au ruisseau McCloskey, comté de Gatineau, province de Québec. Université d'Ottawa. Thèse de maîtrise. 36 p.

Vladykov, V.D. et A. Michaud. 1957. Les voyages de l'éperlan. Actualités marines, 1(1): 15-19.

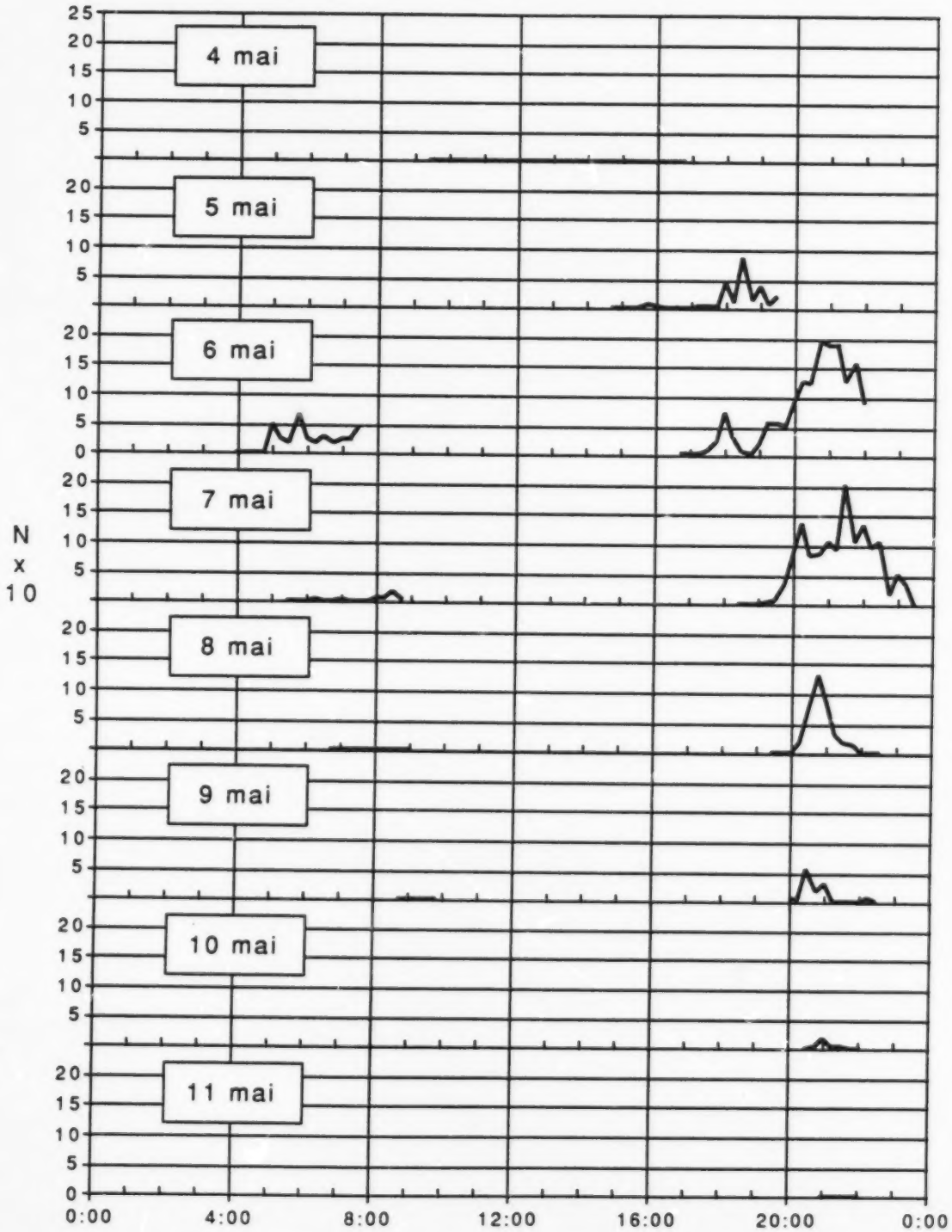
11. ANNEXES

ANNEXE 1: PECHE EXPÉRIMENTALE D'ÉPERLAN DANS LA RIVIERE BOYER, DE 1978 À 1983

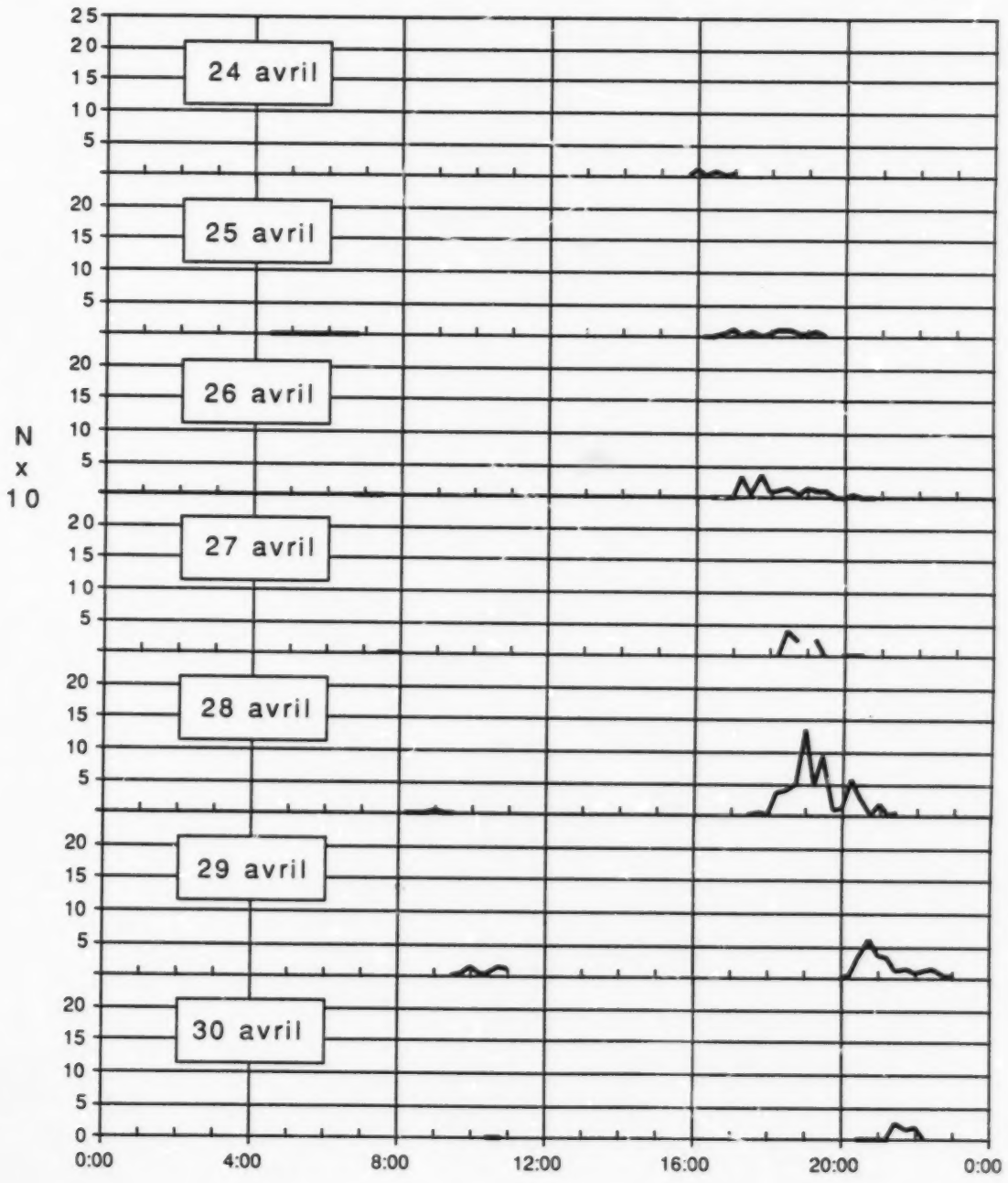
Les figures suivantes représentent les captures d'éperlans par quart d'heure, en fonction de l'heure du jour. Le trait gras indique le nombre de captures pendant les sessions de pêche. L'absence de ce trait correspond aux périodes où l'engin de pêche n'était pas en fonction.

Une description du dispositif de capture est présentée par Carrier *et al.* (1979; 1982b).

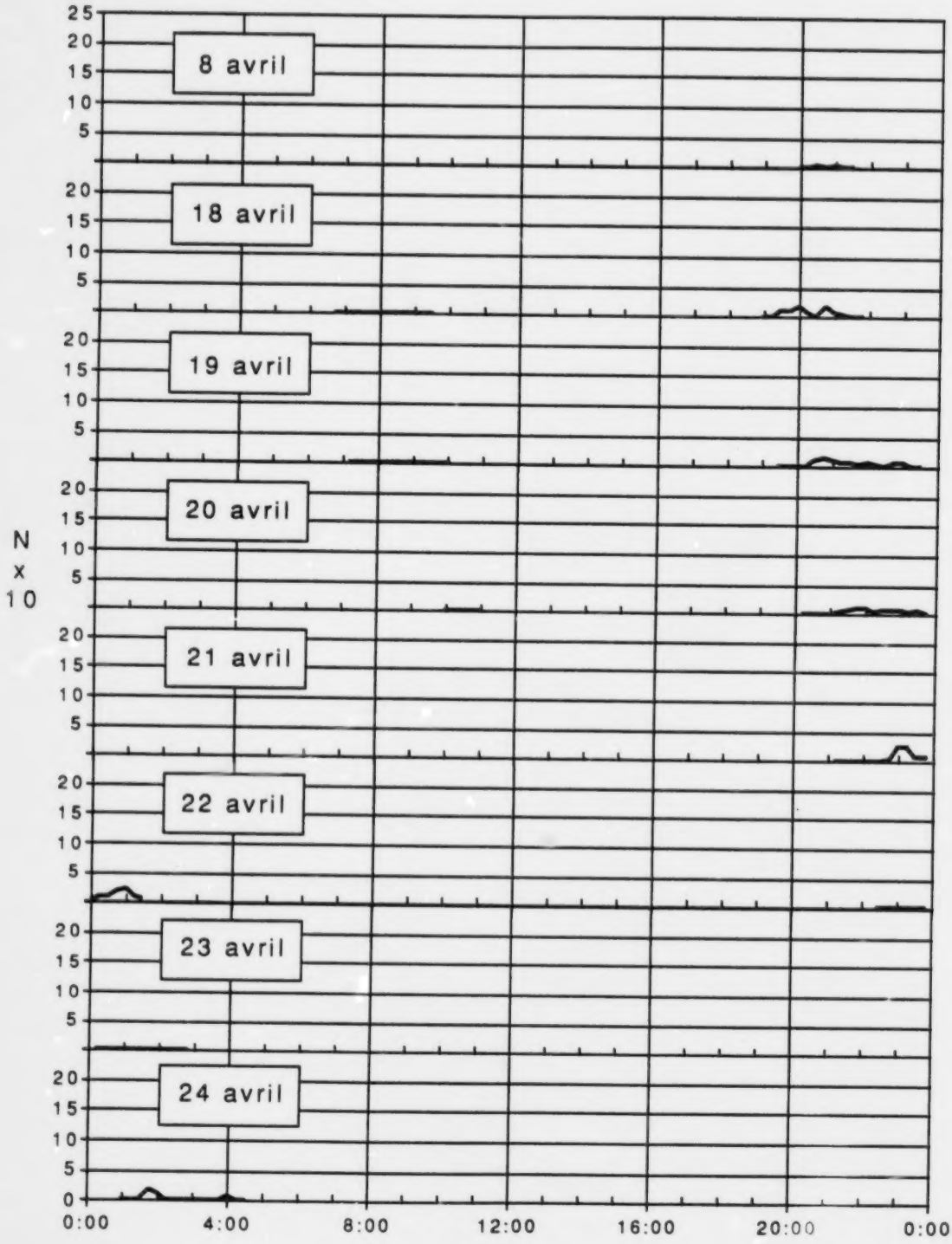
1978

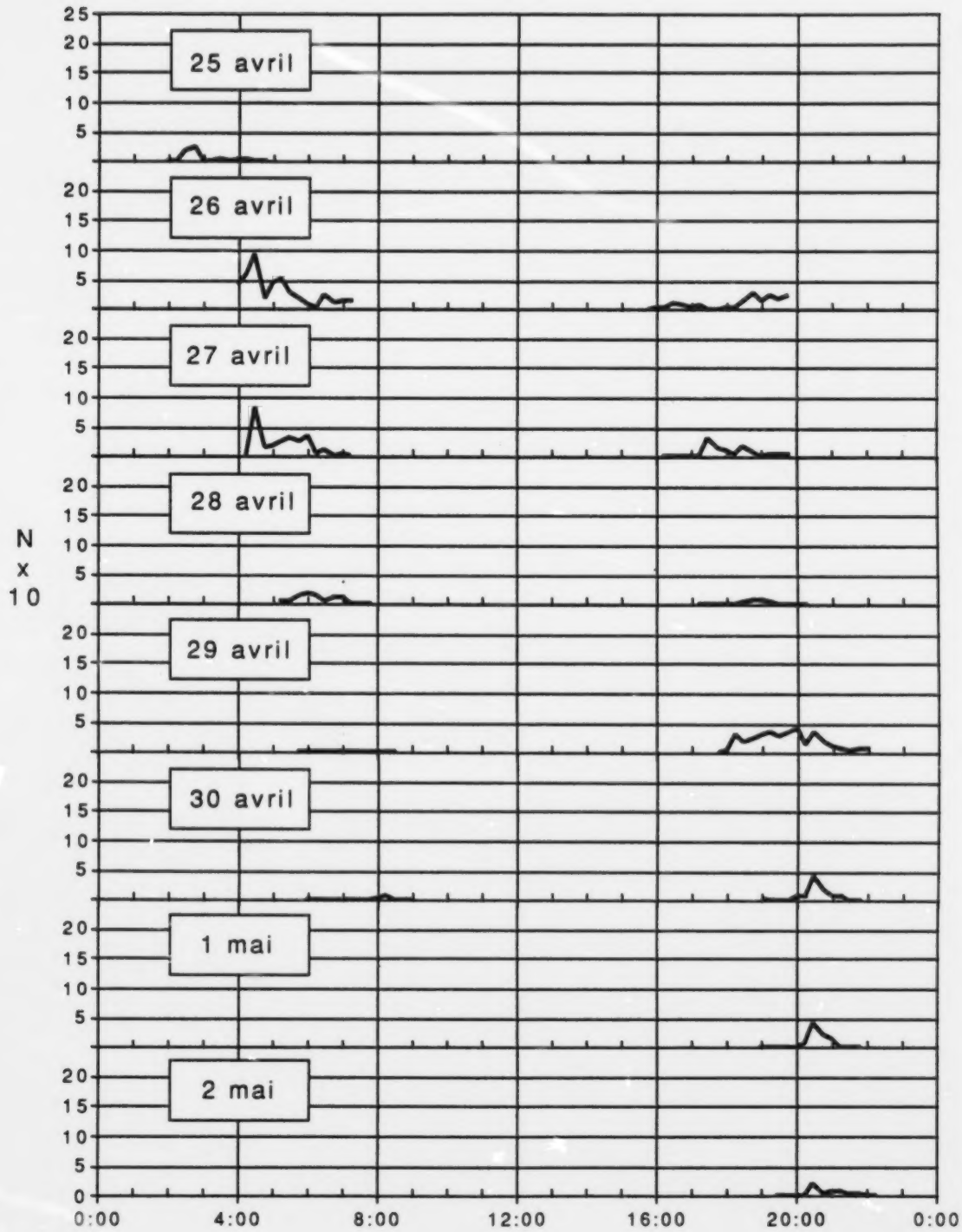

4 mai
5 mai
6 mai
7 mai
8 mai
9 mai
10 mai
11 mai
N x 10
0:00
4:00
8:00
12:00
16:00
20:00
0:00

1979

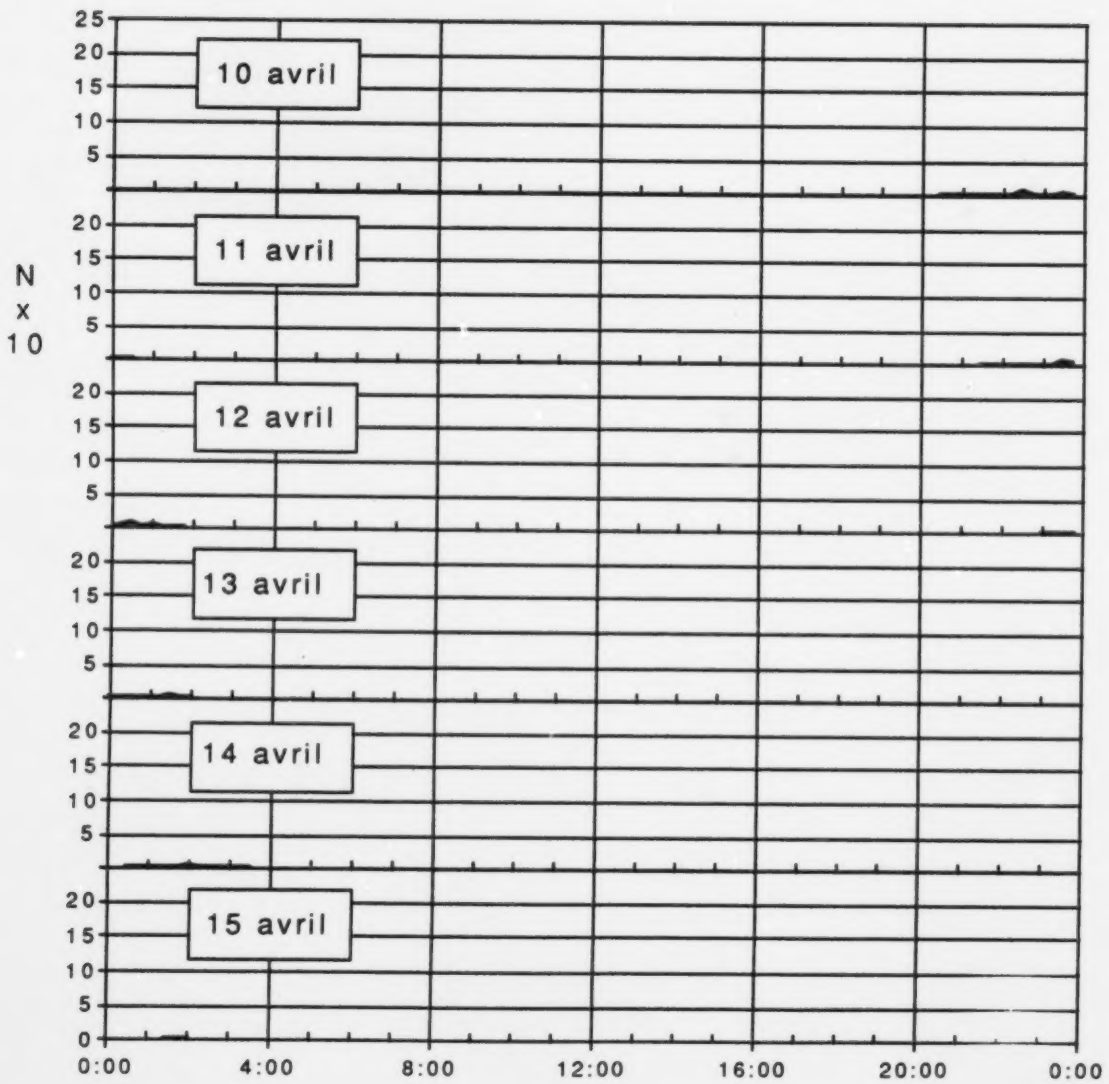

24 avril
25 avril
26 avril
27 avril
28 avril
29 avril
30 avril
N x 10
0:00
4:00
8:00
12:00
16:00
20:00
0:00

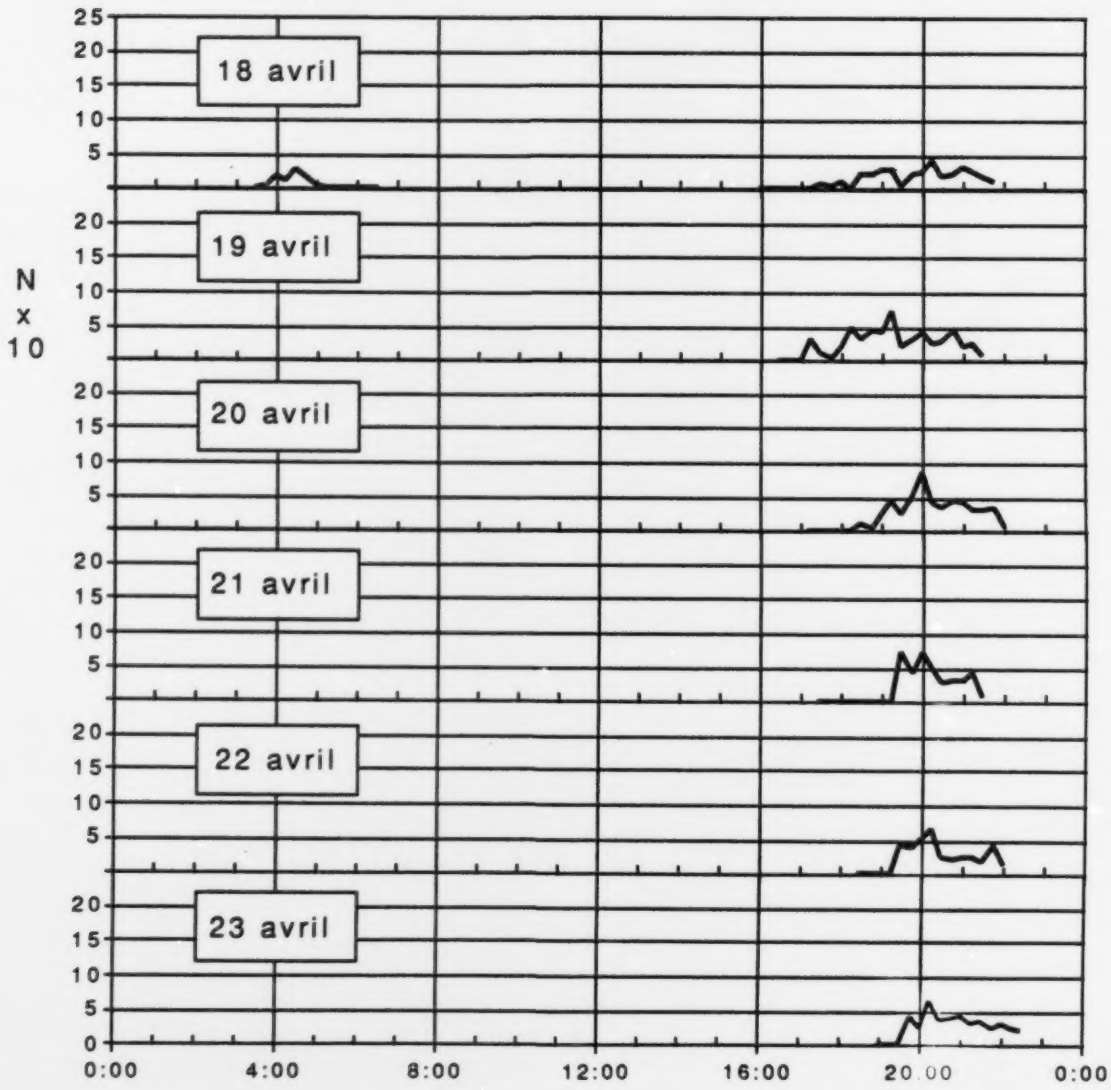
1980

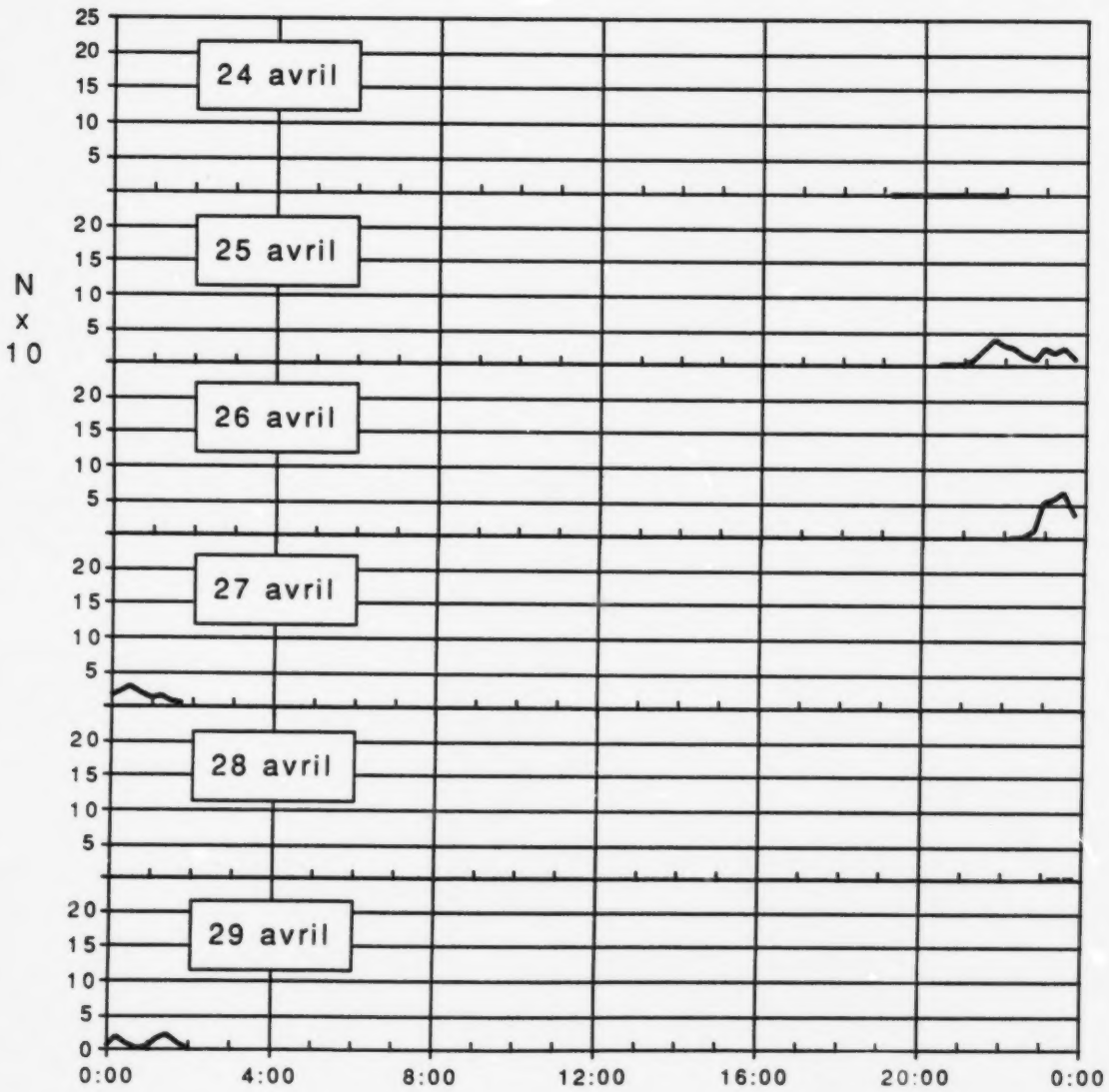

8 avril
18 avril
19 avril
20 avril
21 avril
22 avril
23 avril
24 avril
N x 10
25
20
15
10
5
0
0:00
4:00
8:00
12:00
16:00
20:00
0:00


25 avril
26 avril
27 avril
28 avril
29 avril
30 avril
1 mai
2 mai
N x 10
25
20
15
10
5
0
0:00
4:00
8:00
12:00
16:00
20:00
0:00

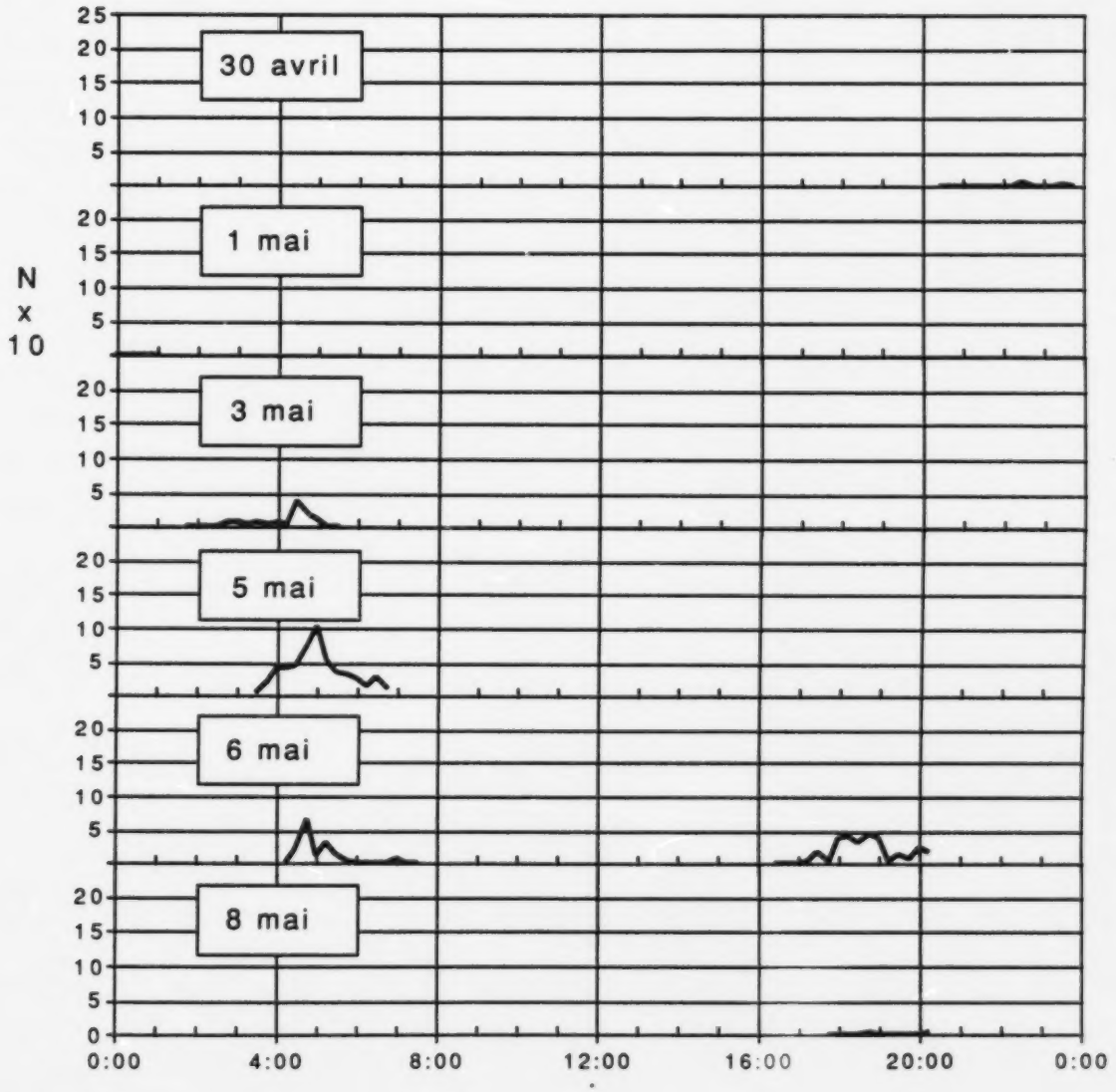
1981


N
x
10
10 avril
11 avril
12 avril
13 avril
14 avril
15 avril
25
20
15
10
5
0
0:00
4:00
8:00
12:00
16:00
20:00
0:00

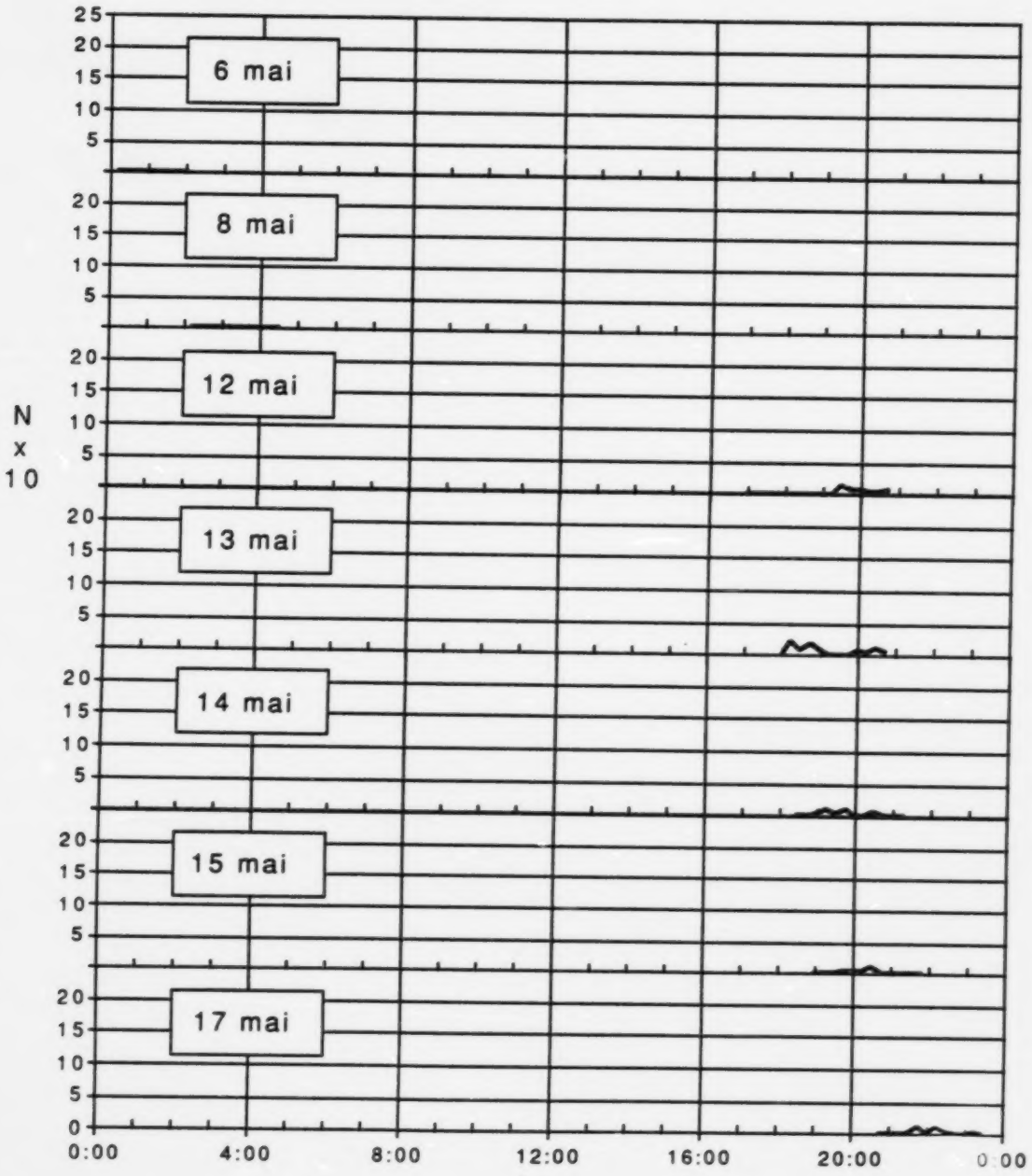

N
x
10
18 avril
19 avril
20 avril
21 avril
22 avril
23 avril
25
20
15
10
5
0
0:00
4:00
8:00
12:00
16:00
20:00
0:00


24 avril
25 avril
26 avril
27 avril
28 avril
29 avril
N
x
10
25
20
15
10
5
0
0:00
4:00
8:00
12:00
16:00
20:00
0:00

1982


30 avril
1 mai
3 mai
5 mai
6 mai
8 mai
N
x
10
25
20
15
10
5
0
0:00
4:00
8:00
12:00
16:00
20:00
0:00

1983


N x 10
6 mai
8 mai
12 mai
13 mai
14 mai
15 mai
17 mai
25
20
15
10
5
0
0:00
4:00
8:00
12:00
16:00
20:00
0:00

ANNEXE 2: QUALITÉ DES EAUX, RIVIERE OUELLE

Moyennes mensuelles de mesures de la qualité des eaux de la rivière Ouelle, prises entre 1979 et 1985.

Source: Banque de données sur la qualité du milieu aquatique du ministère de l'Environnement du Québec.

RÉSEAU-RIVIÈRES 1979-1985

Liste des paramètres physico-chimiques mesurés
avec leurs abréviations et leurs unités de mesure

Paramètre	Abréviation	Unité	Remarques
Ions majeurs et métaux			
Aluminium	AL,ALF	mg/l de Al	F= filtré
Arsenic	AS, ASE	µg/l de As	E= extractible
Cadmium	CD	µg/l de Cd	
Calcium	CA	mg/l de Ca	
Chlorures	CL	mg/l de Cl	
Chrome	CR	µg/l de Cr	
Cuivre	CU	µg/l de Cu	
Cyanures	CN	µg/l de CN	
Fer	FE	mg/l de Fe	
Fluorures	F	mg/l de F	
Magnésium	MG	mg/l de Mg	
Manganèse	MN	mg/l de Mn	
Mercure	HG	µg/l de Hg	
Nickel	NI	µg/l de Ni	
Plomb	PB	µg/l de Pb	
Potassium	K	mg/l de K	
Silicates	SIO_2	mg/l de SIO_2	
Sodium	NA	mg/l de Na	
Sulfates	SO_4	mg/l de S	
Zinc	ZN	µg/l de Zn	
Substances nutritives			
Azote ammoniacal	NH_4	mg/l de N	
Azote dissous (nitrates +nitrites)	NOX	mg/l de N	
Azote Kjeldahl	NK	mg/l de N	
Azote total	NTOT	mg/l de N	NK + NOX
Carbone organique total	COT	mg/l de C	CT-CI
Carbone total	CT	mg/l de C	
Carbone inorganique	CI	mg/l de C	
Carbone organique dissous	COD	mg/l de C	1984 et suivantes
Carbone inorganique dissous	CID	mg/l de C	
Phosphore total	PTOT	mg/l de P	FPT + PPT
Phosphore particulaire total	PPT	mg/l de P	
Phosphore dissous total	FPT	mg/l de P	
Phosphore inorganique	PI	mg/l de P	

RÉSEAU-RIVIÈRES 1979-1985

Liste des paramètres physico-chimiques mesurés
avec leurs abréviations et leurs unités de mesure

Paramètre	Abréviation	Unité	Remarques
Alcalinité	ALC	mg/l de $CACO_3$	
Conductivité	COND	µS/cm	
Couleur apparente	COULA	Hazen	Jusqu'en 1981
Couleur vraie	COULV	Hazen	Avril 81 et suivantes
Dureté	DUR	mg/l de $CACO_3$	
Oxygène dissous	OD	mg/l de O_2	
pH	pH	unité pH	
Tannins et lignines	TAN	mg/l de Tannins	
Température	TEMP	Celsius	
Turbidité	TURB	U.T.N.	
Solides en suspension	SS	mg/l	

RIVIERE OUELLE 1979-1985 (STATION 2270002)
PONT-ROUTE A 8.0 KM EN AVAL DU PONT-ROUTE A L'EST DE RIV. OUELLE
STATISTIQUES DESCRIPTIVES PAR STATION
POUR L'ENSEMBLE DE LA PERIODE

VARIABLE	N	MEAN	STANDARD DEVIATION	MINIMUM VALUE	MAXIMUM VALUE	STD ERROR OF MEAN	SUM	VARIANCE	C.V.
STATION=2270002									
CA	106	8.932	3.696	3.000	32.000	0.359	946.800	13.663	41.383
MG	105	1.487	0.608	0.400	3.900	0.059	156.100	0.370	40.916
NA	67	4.890	4.736	0.800	38.000	0.579	327.600	22.433	96.868
K	67	1.100	1.146	0.400	7.500	0.140	73.700	1.313	104.183
F	106	0.072	0.030	0.010	0.220	0.003	7.580	0.001	41.921
FE	106	0.399	0.604	0.050	5.000	0.059	42.290	0.364	151.318
MN	106	0.035	0.059	0.000	0.480	0.006	3.690	0.003	169.054
CL	113	4.933	3.357	0.400	29.000	0.316	557.400	11.266	68.046
SO4	113	9.241	3.818	2.500	27.500	0.359	1044.200	14.576	41.316
NH4	198	0.070	0.173	0.000	2.200	0.012	13.870	0.030	247.096
NOX	198	0.199	0.213	0.010	1.320	0.015	39.370	0.046	107.319
NK	198	0.361	0.230	0.070	2.300	0.016	71.430	0.053	63.668
NTOT	198	0.560	0.332	0.080	3.150	0.024	110.800	0.110	59.389
COT	136	16.247	5.832	3.000	37.000	0.500	2209.600	34.016	35.898
CT	137	21.128	5.689	9.000	41.500	0.486	2894.500	32.364	26.926
CI	136	4.889	3.971	0.250	26.000	0.341	664.950	15.772	81.225
CID	57	5.954	6.976	0.800	47.000	0.924	339.400	48.666	117.159
COD	57	10.549	3.945	2.400	20.400	0.523	601.300	15.565	37.399
PTOT	198	0.048	0.045	0.009	0.350	0.003	9.534	0.002	94.440
PPT	198	0.022	0.028	0.003	0.190	0.002	4.453	0.001	123.665
FPT	198	0.026	0.027	0.003	0.190	0.002	5.081	0.001	104.603
CD	99	0.688	0.367	0.300	2.000	0.037	68.100	0.135	53.405
CR	41	1.476	0.751	0.500	4.000	0.117	60.500	0.563	50.867
CU	99	19.237	68.134	1.000	494.000	6.848	1904.500	4642.191	354.173
NI	45	10.933	4.510	5.000	32.000	0.672	492.000	20.336	41.246
PB	95	8.688	11.062	1.000	74.000	1.135	825.400	122.361	127.315
ZN	98	121.171	358.104	2.000	1950.000	36.174	11874.800	128238.549	295.535
TAN	112	1.756	0.929	0.400	5.000	0.088	196.720	0.863	52.892
SIO2	97	4.282	1.721	1.000	7.600	0.175	415.400	2.960	40.177
ALC	114	19.868	12.324	4.000	110.000	1.154	2264.900	151.892	62.033
PH	113	7.146	0.379	5.800	8.200	0.036	807.500	0.144	5.306
TEMP	253	9.167	8.064	0.000	27.000	0.507	2319.300	65.025	87.964
TURB	114	7.112	13.705	0.400	95.000	1.284	810.800	187.832	192.697
COND	163	90.098	62.938	22.000	580.000	4.930	14686.000	3961.196	69.855
COULV	78	61.731	27.106	18.000	120.000	3.069	4815.000	734.719	43.910
COULA	36	61.944	31.424	10.000	200.000	5.237	2230.000	987.483	50.730
OD	21	12.219	1.884	9.400	15.000	0.411	256.600	3.549	15.417
DUR	105	28.412	11.143	9.140	95.130	1.087	2983.210	124.167	39.220
SS	26	10.315	13.646	1.000	60.000	2.676	268.200	186.221	132.291
CN	21	1.500	0.000	1.500	1.500	0.000	31.500	0.000	0.000
AS	9	1.111	0.333	1.000	2.000	0.111	10.000	0.111	30.000
AL	15	0.346	0.408	0.090	1.730	0.105	5.190	0.167	118.012
HG	11	0.020	0.000	0.020	0.020	0.000	0.220	0.000	0.000

Ministère des Communications

RESEAU-RIVIERES 1979-1985
STATISTIQUES DESCRIPTIVES PAR STATION ET PAR MOIS
POUR L'ENSEMBLE DE LA PERIODE

VARIABLE	N	MEAN	STANDARD DEVIATION	MINIMUM VALUE	MAXIMUM VALUE	STD ERROR OF MEAN	SUM	VARIANCE	C.V.
STATION=2270002 MOIS=1									
CA	9	9.000	2.075	4.200	10.900	0.692	81.000	4.308	23.061
MG	9	1.389	0.348	0.700	1.900	0.116	12.500	0.121	25.057
NA	6	3.783	0.783	2.600	4.800	0.320	22.700	0.614	20.706
K	6	0.700	0.167	0.400	0.900	0.068	4.200	0.028	23.905
F	9	0.063	0.021	0.030	0.100	0.007	0.570	0.000	33.495
FE	9	0.274	0.202	0.080	0.680	0.067	2.470	0.041	73.557
MN	9	0.024	0.030	0.000	0.090	0.010	0.220	0.001	124.607
CL	9	4.111	1.083	2.900	6.000	0.361	37.000	1.174	26.351
SO4	9	10.533	3.082	5.400	15.600	1.027	94.800	9.500	29.261
NH4	15	0.058	0.028	0.020	0.120	0.007	0.870	0.001	47.531
NOX	15	0.363	0.120	0.240	0.720	0.031	5.440	0.014	32.981
NK	15	0.239	0.073	0.080	0.340	0.019	3.580	0.005	30.580
NTOT	15	0.601	0.117	0.420	0.930	0.030	9.020	0.014	19.402
COT	8	15.250	6.660	8.500	27.500	2.355	122.000	44.357	43.673
CT	9	21.000	6.815	15.000	35.500	2.272	189.000	46.437	32.450
CI	8	5.875	1.529	3.500	8.000	0.541	47.000	2.339	26.034
CID	5	13.940	18.493	4.900	47.000	8.270	69.700	341.998	132.663
COD	5	6.300	2.296	2.400	8.400	1.027	31.500	5.270	36.439
PTOT	15	0.044	0.024	0.014	0.102	0.006	0.659	0.001	54.848
PPT	15	0.024	0.019	0.005	0.062	0.005	0.357	0.000	81.368
FPT	15	0.020	0.014	0.003	0.053	0.004	0.302	0.000	67.788
CD	8	0.512	0.217	0.300	1.000	0.077	4.100	0.047	42.285
CR	3	0.833	0.289	0.500	1.000	0.167	2.500	0.083	34.641
CU	8	11.813	12.198	2.500	32.000	4.312	94.500	148.781	103.260
NI	3	10.000	0.000	10.000	10.000	0.000	30.000	0.000	0.000
PB	7	7.214	4.290	1.000	14.000	1.621	50.500	18.405	59.466
ZN	8	48.250	74.810	5.000	212.000	26.449	386.000	5596.500	155.046
TAN	9	1.044	0.400	0.600	1.900	0.133	9.400	0.160	38.331
SIO2	8	6.037	1.644	2.100	7.200	0.581	48.300	2.703	27.230
ALC	10	20.590	4.582	12.000	27.900	1.449	205.900	20.992	22.252
PH	10	7.130	0.200	6.700	7.500	0.063	71.300	0.040	2.809
TEMP	20	1.200	0.834	0.000	3.000	0.186	24.000	0.695	69.459
TURB	9	3.622	1.742	1.000	6.000	0.581	32.600	3.034	48.091
COND	12	123.917	144.921	48.000	580.000	41.835	1487.000	21002.083	116.950
COULV	6	41.000	14.846	30.000	70.000	6.061	246.000	220.400	36.209
COULA	3	50.000	17.321	30.000	60.000	10.000	150.000	300.000	34.641
OD	1	13.600	.	13.600	13.600	.	13.600	.	.
DUR	9	28.189	6.528	13.370	33.800	2.176	253.700	42.614	23.158
SS	1	29.000	.	29.000	29.000	.	29.000	.	.
CN	1	1.500	.	1.500	1.500	.	1.500	.	.
AS	0	.	.	.	.	.	.	.	.
AL	1	0.460	.	0.460	0.460	.	0.460	.	.
HG	0	.	.	.	.	.	.	.	.

Ministère des Communications

RESEAU-RIVIERES 1979-1985
STATISTIQUES DESCRIPTIVES PAR STATION ET PAR MOIS
POUR L'ENSEMBLE DE LA PERIODE

VARIABLE	N	MEAN	STANDARD DEVIATION	MINIMUM VALUE	MAXIMUM VALUE	STD ERROR OF MEAN	SUM	VARIANCE	C.V.
STATION=2270002 MOIS=2									
CA	8	11.362	1.674	9.000	13.100	0.592	90.900	2.803	14.734
MG	8	1.712	0.230	1.400	2.100	0.081	13.700	0.053	13.403
NA	5	5.340	1.433	2.900	6.600	0.641	26.700	2.053	26.832
K	5	2.320	2.940	0.700	7.500	1.315	11.600	8.642	126.712
F	9	0.077	0.017	0.060	0.110	0.006	0.690	0.000	21.630
FE	8	0.224	0.109	0.050	0.400	0.039	1.790	0.012	48.721
MN	8	0.011	0.008	0.000	0.020	0.003	0.090	0.000	74.180
CL	9	5.844	1.283	4.100	7.600	0.428	52.600	1.645	21.947
SO4	9	11.511	1.931	9.100	15.500	0.644	103.600	3.729	16.775
NH4	16	0.106	0.084	0.020	0.320	0.021	1.690	0.007	79.884
NOX	16	0.527	0.267	0.270	1.320	0.067	8.440	0.071	50.629
NK	16	0.311	0.204	0.080	0.880	0.051	4.970	0.042	65.761
NTOT	16	0.838	0.389	0.510	2.030	0.097	13.410	0.151	46.368
COT	11	12.136	3.550	7.500	20.500	1.070	133.500	12.605	29.253
CT	11	18.545	3.297	15.000	26.500	0.994	204.000	10.873	17.780
CI	11	6.409	2.107	3.500	9.000	0.635	70.500	4.441	32.881
CID	5	7.180	1.132	5.900	8.200	0.506	35.900	1.282	15.770
COD	5	6.560	2.355	4.600	10.400	1.053	32.800	5.548	35.906
PTOT	16	0.052	0.044	0.016	0.197	0.011	0.837	0.002	84.467
PPT	16	0.019	0.012	0.006	0.044	0.003	0.307	0.000	60.934
FPT	16	0.033	0.036	0.006	0.153	0.009	0.530	0.001	108.303
CD	7	0.929	0.535	0.500	2.000	0.202	6.500	0.286	57.564
CR	3	1.333	0.577	1.000	2.000	0.333	4.000	0.333	43.301
CU	7	17.286	27.759	1.000	77.000	10.492	121.000	770.571	160.590
NI	3	10.000	0.000	10.000	10.000	0.000	30.000	0.000	0.000
PB	6	10.667	10.680	2.000	32.000	4.360	64.000	114.067	100.127
ZN	7	308.000	456.089	2.000	1180.000	172.385	2156.000	208017.000	148.081
TAN	9	0.867	0.350	0.400	1.500	0.117	7.800	0.122	40.385
SIO2	9	6.656	0.866	4.700	7.600	0.289	59.900	0.750	13.014
ALC	9	24.333	8.093	7.000	32.000	2.698	219.000	65.500	33.260
PH	9	7.233	0.439	6.500	8.000	0.146	65.100	0.193	6.066
TEMP	22	1.464	1.089	0.000	5.000	0.232	32.200	1.186	74.414
TURB	9	6.811	8.933	2.000	30.000	2.978	61.300	79.791	131.147
COND	13	107.846	18.289	81.000	148.000	5.072	1402.000	334.474	16.958
COULV	5	30.600	5.225	22.000	36.000	2.337	153.000	27.300	17.075
COULA	4	48.750	16.520	30.000	70.000	8.260	195.000	272.917	33.888
OD	1	14.100	.	14.100	14.100	.	14.100	.	.
DUR	8	35.421	4.790	28.240	40.120	1.693	283.370	22.942	13.522
SS	2	3.500	2.121	2.000	5.000	1.500	7.000	4.500	60.609
CN	2	1.500	0.000	1.500	1.500	0.000	3.000	0.000	0.000
AS	1	2.000	.	2.000	2.000	.	2.000	.	.
AL	1	0.200	.	0.200	0.200	.	0.200	.	.
HG	1	0.020	.	0.020	0.020	.	0.020	.	.

RESEAU-RIVIERES 1979-1985
STATISTIQUES DESCRIPTIVES PAR STATION ET PAR MOIS
POUR L'ENSEMBLE DE LA PERIODE

VARIABLE	N	MEAN	STANDARD DEVIATION	MINIMUM VALUE	MAXIMUM VALUE	STD ERROR OF MEAN	SUM	VARIANCE	C.V.
STATION=2270002 MOIS=3									
CA	10	12.620	7.261	6.000	32.000	2.296	126.200	52.724	57.537
MG	9	1.933	0.763	1.200	3.700	0.254	17.400	0.582	39.477
NA	6	11.033	13.425	2.700	38.000	5.481	66.200	180.227	121.675
K	6	1.367	1.162	0.700	3.700	0.474	8.200	1.351	85.038
F	10	0.085	0.055	0.040	0.220	0.017	0.850	0.003	64.259
FE	10	0.450	0.486	0.180	1.800	0.154	4.500	0.236	107.889
MN	10	0.067	0.084	0.020	0.250	0.027	0.670	0.007	126.068
CL	10	8.610	7.501	3.200	29.000	2.372	86.100	56.259	87.115
SO4	10	13.320	5.845	7.500	27.500	1.848	133.200	34.160	43.879
NH4	19	0.202	0.486	0.030	2.200	0.112	3.830	0.236	241.111
NOX	19	0.467	0.172	0.190	0.850	0.039	8.870	0.030	36.812
NK	19	0.371	0.474	0.160	2.300	0.109	7.050	0.224	127.634
NTOT	19	0.838	0.581	0.470	3.150	0.133	15.920	0.337	69.305
COT	15	11.567	3.305	5.500	17.000	0.853	173.500	10.924	28.575
CT	15	20.533	6.452	13.500	37.000	1.666	308.000	41.624	31.420
CI	15	8.967	7.301	1.000	26.000	1.885	134.500	53.302	81.422
CID	4	11.800	13.468	4.800	32.000	6.734	47.200	181.387	114.135
COD	4	6.850	2.402	5.200	10.400	1.201	27.400	5.770	35.067
PTOT	19	0.055	0.041	0.013	0.200	0.009	1.036	0.002	75.790
PPT	19	0.033	0.034	0.006	0.150	0.008	0.624	0.001	104.778
FPT	19	0.022	0.015	0.005	0.057	0.004	0.412	0.000	71.477
CD	9	0.678	0.402	0.300	1.500	0.134	6.100	0.162	59.374
CR	4	2.050	0.823	1.000	3.000	0.411	8.200	0.677	40.127
CU	9	37.944	74.385	2.500	234.000	24.795	341.500	5533.153	196.037
NI	5	12.000	5.701	5.000	20.000	2.550	60.000	32.500	47.507
PB	8	29.250	24.015	7.500	74.000	8.491	234.000	576.714	82.102
ZN	9	473.833	801.282	5.000	1950.000	267.094	4264.500	642052.375	169.106
TAN	10	1.030	0.419	0.500	1.700	0.133	10.300	0.176	40.692
SIO2	10	5.870	0.579	4.800	6.700	0.183	58.700	0.336	9.870
ALC	10	29.740	29.207	8.000	110.000	9.236	297.400	853.076	98.209
PH	9	7.156	0.230	6.700	7.500	0.077	64.400	0.053	3.211
TEMP	25	2.040	1.369	0.000	5.000	0.274	51.000	1.873	67.093
TURB	12	5.833	5.231	0.400	20.000	1.510	70.000	27.366	89.679
COND	14	160.357	107.704	67.000	373.000	28.785	2245.000	11600.247	67.165
COULV	5	37.000	16.941	18.000	62.000	7.576	185.000	287.000	45.787
COULA	5	50.000	14.142	40.000	70.000	6.325	250.000	200.000	28.284
OD	3	13.133	0.945	12.400	14.200	0.546	39.400	0.893	7.197
DUR	9	40.362	21.990	19.920	95.130	7.330	363.260	483.542	54.481
SS	3	11.667	8.505	3.000	20.000	4.910	35.000	72.333	72.899
CN	1	1.500	.	1.500	1.500	.	1.500	.	.
AS	1	1.000	.	1.000	1.000	.	1.000	.	.
AL	1	0.160	.	0.160	0.160	.	0.160	.	.
HG	2	0.020	0.000	0.020	0.020	0.000	0.040	0.000	0.000

RESEAU-RIVIERES 1979-1985
STATISTIQUES DESCRIPTIVES PAR STATION ET PAR MOIS
POUR L'ENSEMBLE DE LA PERIODE

VARIABLE	N	MEAN	STANDARD DEVIATION	MINIMUM VALUE	MAXIMUM VALUE	STD ERROR OF MEAN	SUM	VARIANCE	C.V.
STATION=2270002 MOIS=4									
CA	10	5.610	2.570	3.000	11.000	0.813	56.100	6.605	45.813
MG	10	1.440	1.024	0.400	3.900	0.324	14.400	1.049	71.137
NA	5	4.220	3.777	1.200	8.400	1.689	21.100	14.262	89.491
K	5	1.900	2.335	0.400	6.000	1.044	9.500	5.450	122.870
F	12	0.068	0.034	0.030	0.150	0.010	0.820	0.001	49.855
FE	10	0.543	0.492	0.130	1.820	0.156	5.430	0.242	90.683
MN	10	0.064	0.065	0.010	0.230	0.021	0.640	0.004	102.115
CL	12	4.367	3.703	0.800	12.000	1.069	52.400	13.713	84.805
SO4	12	8.392	3.880	4.000	15.000	1.120	100.700	15.057	46.241
NH4	18	0.112	0.143	0.010	0.530	0.034	2.010	0.020	127.657
NOX	18	0.211	0.153	0.030	0.610	0.036	3.790	0.023	72.660
NK	18	0.369	0.183	0.140	0.800	0.043	6.640	0.033	49.585
NTOT	18	0.579	0.327	0.210	1.400	0.077	10.430	0.107	56.419
COT	12	13.817	2.785	9.000	18.000	0.804	165.800	7.758	20.159
CT	12	15.917	2.795	10.000	20.000	0.807	191.000	7.811	17.559
CI	12	2.104	1.550	0.250	5.500	0.447	25.250	2.403	73.670
CID	6	6.100	3.141	1.000	10.200	1.282	36.600	9.868	51.497
COD	6	10.100	0.936	9.200	11.200	0.382	60.600	0.876	9.267
PTOT	18	0.091	0.092	0.014	0.350	0.022	1.644	0.009	101.116
PPT	18	0.049	0.055	0.008	0.190	0.013	0.881	0.003	112.160
FPT	18	0.042	0.047	0.003	0.190	0.011	0.763	0.002	111.069
CD	7	0.686	0.302	0.300	1.000	0.114	4.800	0.091	44.096
CR	3	1.500	1.323	0.500	3.000	0.764	4.500	1.750	88.192
CU	7	73.143	185.587	1.000	494.000	70.145	512.000	34442.393	253.732
NI	3	11.667	2.887	10.000	15.000	1.667	35.000	8.333	24.744
PB	6	7.917	4.005	2.500	15.000	1.635	47.500	16.042	50.592
ZN	6	19.583	34.584	2.500	90.000	14.119	117.500	1196.042	176.598
TAN	11	2.045	0.658	1.300	3.200	0.198	22.500	0.433	32.160
SIO2	12	3.517	1.116	1.500	5.800	0.322	42.200	1.245	31.731
ALC	11	13.718	8.660	4.000	30.000	2.611	150.900	74.994	63.127
PH	11	6.882	0.431	5.800	7.300	0.130	75.700	0.186	6.261
TEMP	24	3.537	2.121	0.000	8.000	0.433	84.900	4.499	59.960
TURB	11	22.391	27.089	1.000	85.000	8.168	246.300	733.841	120.984
COND	15	76.073	43.291	22.000	170.000	11.178	1141.100	1874.138	56.907
COULV	8	77.125	29.609	43.000	120.000	10.468	617.000	876.696	38.391
COULA	4	57.500	29.000	38.000	100.000	14.500	230.000	841.000	50.435
OD	2	14.000	1.414	13.000	15.000	1.000	28.000	2.000	10.102
DUR	10	19.937	10.106	9.140	37.780	3.196	199.370	102.135	50.691
SS	2	15.000	16.971	3.000	27.000	12.000	30.000	288.000	113.137
CN	1	1.500	.	1.500	1.500	.	1.500	.	.
AS	1	1.000	.	1.000	1.000	.	1.000	.	.
AL	0	.	.	.	.	.	.	.	.
HG	2	0.020	0.000	0.020	0.020	0.000	0.040	0.000	0.000

RESEAU-RIVIERES 1979-1985
STATISTIQUES DESCRIPTIVES PAR STATION ET PAR MOIS
POUR L'ENSEMBLE DE LA PERIODE

VARIABLE	N	MEAN	STANDARD DEVIATION	MINIMUM VALUE	MAXIMUM VALUE	STD ERROR OF MEAN	SUM	VARIANCE	C.V.
STATION=2270002 MOIS=5									
CA	9	5.033	1.221	3.500	7.400	0.407	45.300	1.490	24.251
MG	9	1.000	0.387	0.600	1.700	0.129	9.000	0.150	38.730
NA	6	1.650	1.236	0.800	4.100	0.504	9.900	1.527	74.892
K	6	0.883	0.422	0.600	1.600	0.172	5.300	0.178	47.718
F	10	0.065	0.027	0.040	0.130	0.009	0.650	0.001	41.819
FE	9	0.364	0.228	0.070	0.900	0.076	3.280	0.052	62.602
MN	9	0.029	0.014	0.020	0.060	0.005	0.260	0.000	47.223
CL	10	2.240	1.509	0.400	5.000	0.477	22.400	2.276	67.350
SO4	10	5.700	2.030	2.500	9.000	0.642	57.000	4.122	35.620
NH4	18	0.054	0.081	0.010	0.330	0.019	0.970	0.007	149.695
NOX	18	0.111	0.187	0.010	0.840	0.044	2.000	0.035	168.258
NK	18	0.328	0.182	0.150	0.920	0.043	5.900	0.033	55.387
NTOT	18	0.439	0.355	0.230	1.760	0.084	7.900	0.126	80.934
COT	12	14.667	5.065	3.000	25.000	1.462	176.000	25.652	34.532
CT	12	18.375	4.417	14.000	28.000	1.275	220.500	19.506	24.036
CI	12	3.708	4.153	0.500	14.000	1.199	44.500	17.248	111.993
CID	6	2.100	1.018	0.800	3.800	0.416	12.600	1.036	48.469
COD	6	10.367	0.898	9.600	12.000	0.367	62.200	0.807	8.664
PTOT	18	0.046	0.031	0.018	0.142	0.007	0.837	0.001	67.198
PPT	18	0.026	0.020	0.008	0.073	0.005	0.462	0.000	77.382
FPT	18	0.021	0.019	0.005	0.083	0.005	0.375	0.000	91.907
CD	8	0.750	0.267	0.500	1.000	0.094	6.000	0.071	35.635
CR	2	1.000	0.000	1.000	1.000	0.000	2.000	0.000	0.000
CU	8	58.250	146.196	2.500	420.000	51.688	466.000	21373.286	250.980
NI	2	10.000	0.000	10.000	10.000	0.000	20.000	0.000	0.000
PB	8	6.188	4.644	2.000	16.000	1.642	49.500	21.567	75.055
ZN	8	93.125	249.255	5.000	710.000	88.125	745.000	62128.125	267.657
TAN	10	2.010	0.360	1.400	2.500	0.114	20.100	0.130	17.930
SIO2	9	2.589	0.713	1.500	3.600	0.238	23.300	0.509	27.547
ALC	10	9.610	4.044	4.700	17.000	1.279	96.100	16.357	42.085
PH	10	6.930	0.211	6.600	7.300	0.067	69.300	0.045	3.046
TEMP	21	7.862	4.626	0.900	17.000	1.009	165.100	21.395	58.835
TURB	11	8.827	8.826	0.800	30.000	2.661	97.100	77.898	99.986
COND	15	56.013	46.213	24.700	213.000	11.932	840.200	2135.686	82.504
COULV	9	70.111	16.050	49.000	93.000	5.350	631.000	257.611	22.893
COULA	2	70.000	0.000	70.000	70.000	0.000	140.000	0.000	0.000
OD	4	12.050	1.353	10.900	14.000	0.676	48.200	1.830	11.226
DUR	9	16.684	4.525	11.210	25.470	1.508	150.160	20.480	27.124
SS	4	29.250	21.407	11.000	60.000	10.703	117.000	458.250	73.186
CN	4	1.500	0.000	1.500	1.500	0.000	6.000	0.000	0.000
AS	0	.	.	.	.	.	.	.	.
AL	4	0.765	0.646	0.390	1.730	0.323	3.060	0.417	84.409
HG	0	.	.	.	.	.	.	.	.

Ministère des Communications

RESEAU-RIVIERES 1979-1985
STATISTIQUES DESCRIPTIVES PAR STATION ET PAR MOIS
POUR L'ENSEMBLE DE LA PERIODE

VARIABLE	N	MEAN	STANDARD DEVIATION	MINIMUM VALUE	MAXIMUM VALUE	STD ERROR OF MEAN	SUM	VARIANCE	C.V.
STATION=2270002 MOIS=6									
CA	7	7.643	1.590	5.800	9.800	0.601	53.500	2.530	20.810
MG	7	1.486	0.823	0.900	3.300	0.311	10.400	0.678	55.426
NA	3	4.333	3.386	1.900	8.200	1.955	13.000	11.463	78.133
K	3	0.933	0.404	0.500	1.300	0.233	2.800	0.163	43.301
F	8	0.062	0.018	0.040	0.090	0.006	0.500	0.000	29.316
FE	7	0.251	0.183	0.080	0.600	0.069	1.760	0.033	72.630
MN	7	0.019	0.024	0.000	0.070	0.009	0.130	0.001	129.785
CL	8	4.187	1.809	2.500	8.000	0.640	33.500	3.273	43.201
SO4	8	6.575	1.180	5.000	8.300	0.417	52.600	1.394	17.954
NH4	12	0.079	0.202	0.000	0.720	0.058	0.950	0.041	255.569
NOX	12	0.058	0.062	0.010	0.220	0.018	0.700	0.004	106.390
NK	12	0.528	0.374	0.270	1.300	0.108	6.340	0.140	70.746
NTOT	12	0.587	0.425	0.310	1.520	0.123	7.040	0.180	72.370
COT	8	18.000	4.652	11.500	27.500	1.645	144.000	21.643	25.845
CT	8	21.125	5.884	15.000	35.000	2.080	169.000	34.625	27.855
CI	8	3.125	2.167	0.500	7.500	0.766	25.000	4.696	69.348
CID	4	4.350	2.113	2.600	7.400	1.056	17.400	4.463	48.567
COD	4	12.600	2.439	10.400	15.000	1.219	50.400	5.947	19.354
PTOT	12	0.053	0.044	0.020	0.178	0.013	0.642	0.002	83.010
PPT	12	0.018	0.010	0.007	0.043	0.003	0.219	0.000	54.048
FPT	12	0.035	0.037	0.003	0.135	0.011	0.423	0.001	103.883
CD	7	0.771	0.541	0.300	1.800	0.204	5.400	0.292	70.094
CR	4	1.375	0.479	1.000	2.000	0.239	5.500	0.229	34.816
CU	7	7.143	7.221	1.000	22.000	2.729	50.000	52.143	101.094
NI	4	10.000	0.000	10.000	10.000	0.000	40.000	0.000	0.000
PB	7	5.857	2.839	1.000	7.500	1.073	41.000	8.060	48.470
ZN	7	15.000	28.682	2.000	80.000	10.841	105.000	822.667	191.214
TAN	7	2.249	0.470	1.700	2.900	0.178	15.740	0.221	20.915
SIO2	7	2.486	1.021	1.300	3.800	0.386	17.400	1.041	41.055
ALC	7	19.729	6.440	12.700	33.000	2.434	138.100	41.479	32.645
PH	7	7.314	0.195	7.000	7.500	0.074	51.200	0.038	2.668
TEMP	18	17.444	3.166	10.000	22.000	0.746	314.000	10.026	18.151
TURB	6	3.183	2.311	1.000	7.400	0.944	19.100	5.342	72.603
COND	11	68.273	17.978	46.000	112.000	5.421	751.000	323.218	26.333
COULV	5	82.600	16.196	57.000	96.000	7.243	413.000	262.300	19.607
COULA	2	95.000	7.071	90.000	100.000	5.000	190.000	50.000	7.443
OD	0	.	.	.	.	.	.	.	.
DUR	7	25.200	6.739	19.190	38.050	2.547	176.400	45.413	26.742
SS	0	.	.	.	.	.	.	.	.
CN	0	.	.	.	.	.	.	.	.
AS	0	.	.	.	.	.	.	.	.
AL	0	.	.	.	.	.	.	.	.
HG	0	.	.	.	.	.	.	.	.

RESEAU-RIVIERES 1979-1985
STATISTIQUES DESCRIPTIVES PAR STATION ET PAR MOIS
POUR L'ENSEMBLE DE LA PERIODE

VARIABLE	N	MEAN	STANDARD DEVIATION	MINIMUM VALUE	MAXIMUM VALUE	STD ERROR OF MEAN	SUM	VARIANCE	C.V.
STATION=2270002 MOIS=7									
CA	7	8.586	2.596	5.400	13.000	0.981	60.100	6.741	30.241
MG	7	1.257	0.299	0.900	1.700	0.113	8.800	0.090	23.800
NA	4	4.725	2.439	2.100	6.900	1.220	18.900	5.949	51.621
K	4	1.075	0.443	0.600	1.500	0.221	4.300	0.196	41.166
F	7	0.084	0.036	0.050	0.150	0.013	0.590	0.001	42.146
FE	7	0.250	0.159	0.070	0.570	0.060	1.750	0.025	63.708
MN	7	0.023	0.013	0.000	0.030	0.005	0.160	0.000	54.844
CL	7	4.914	2.749	2.300	8.000	1.039	34.400	7.558	55.943
SO4	7	7.457	2.380	5.000	12.000	0.899	52.200	5.663	31.911
NH4	16	0.043	0.035	0.000	0.110	0.009	0.690	0.001	81.090
NOX	16	0.062	0.069	0.010	0.300	0.017	1.000	0.005	111.082
NK	16	0.392	0.130	0.200	0.660	0.033	6.280	0.017	33.199
NTOT	16	0.455	0.173	0.270	0.960	0.043	7.280	0.030	38.042
COT	11	17.364	8.453	7.000	37.000	2.549	191.000	71.455	48.683
CT	11	22.455	8.460	9.000	41.500	2.551	247.000	71.573	37.676
CI	11	5.091	2.047	2.000	8.000	0.617	56.000	4.191	40.212
CID	4	2.950	1.258	2.000	4.800	0.629	11.800	1.583	42.654
COD	4	16.900	3.333	12.400	20.400	1.666	67.600	11.107	19.720
PTOT	16	0.058	0.046	0.014	0.194	0.011	0.929	0.002	78.524
PPT	16	0.019	0.021	0.005	0.093	0.005	0.302	0.000	110.013
FPT	16	0.039	0.043	0.005	0.180	0.011	0.627	0.002	108.874
CD	7	0.586	0.297	0.300	1.000	0.112	4.100	0.088	50.675
CR	3	1.667	0.577	1.000	2.000	0.333	5.000	0.333	34.641
CU	7	6.500	4.500	2.000	13.000	1.701	45.500	20.250	69.231
NI	3	10.000	0.000	10.000	10.000	0.000	30.000	0.000	0.000
PB	7	4.929	3.246	1.000	7.500	1.227	34.500	10.536	65.858
ZN	7	57.000	129.576	2.000	350.000	48.975	399.000	16790.000	227.327
TAN	7	1.720	1.102	0.400	3.400	0.416	12.040	1.213	64.045
SIO2	6	2.833	0.792	1.700	4.000	0.323	17.000	0.627	27.940
ALC	7	22.300	8.259	12.800	36.000	3.122	156.100	68.217	37.037
PH	7	7.386	0.389	6.800	7.900	0.147	51.700	0.151	5.269
TEMP	22	21.500	3.713	15.000	27.000	0.792	473.000	13.786	17.269
TURB	7	2.986	1.788	1.300	6.000	0.676	20.900	3.198	59.896
COND	12	73.392	29.456	43.100	120.000	8.503	880.700	867.648	40.135
COULV	5	62.800	31.933	19.000	100.000	14.281	314.000	1019.700	50.848
COULA	3	50.000	10.000	40.000	60.000	5.774	150.000	100.000	20.000
OD	0	.	.	.	.	.	.	.	.
DUR	7	26.611	7.533	18.420	39.460	2.847	186.280	56.745	28.307
SS	0	.	.	.	.	.	.	.	.
CN	0	.	.	.	.	.	.	.	.
AS	0	.	.	.	.	.	.	.	.
AL	0	.	.	.	.	.	.	.	.
HG	0	.	.	.	.	.	.	.	.

RESEAU-RIVIERES 1979-1985
STATISTIQUES DESCRIPTIVES PAR STATION ET PAR MOIS
POUR L'ENSEMBLE DE LA PERIODE

VARIABLE	N	MEAN	STANDARD DEVIATION	MINIMUM VALUE	MAXIMUM VALUE	STD ERROR OF MEAN	SUM	VARIANCE	C.V.
STATION=2270002 MOIS=8									
CA	13	11.131	3.018	7.800	18.000	0.837	144.700	9.106	27.110
MG	13	1.523	0.306	1.100	2.200	0.085	19.800	0.094	20.086
NA	10	6.510	2.434	2.700	11.000	0.770	65.100	5.923	37.385
K	10	0.890	0.273	0.600	1.400	0.086	8.900	0.074	30.634
F	13	0.075	0.025	0.040	0.120	0.007	0.980	0.001	32.770
FE	13	0.233	0.191	0.090	0.750	0.053	3.030	0.036	81.957
MN	13	0.025	0.014	0.000	0.050	0.004	0.320	0.000	56.524
CL	15	6.067	2.784	2.800	13.000	0.719	91.000	7.748	45.883
SO4	15	7.667	2.281	3.000	12.000	0.589	115.000	5.202	29.751
NH4	23	0.022	0.013	0.000	0.060	0.003	0.510	0.000	57.620
NOX	23	0.035	0.045	0.010	0.210	0.009	0.800	0.002	129.989
NK	23	0.361	0.157	0.200	0.840	0.033	8.300	0.025	43.582
NTOT	23	0.396	0.179	0.210	0.860	0.037	9.100	0.032	45.282
COT	16	17.750	6.819	9.000	32.000	1.705	284.000	46.500	38.417
CT	16	24.219	6.164	18.000	37.500	1.541	387.500	37.999	25.453
CI	16	6.469	5.005	1.000	23.000	1.251	103.500	25.049	77.370
CID	6	5.233	1.941	3.000	7.600	0.792	31.400	3.767	37.085
COD	6	12.067	4.742	8.600	19.200	1.936	72.400	22.491	39.302
PTOT	23	0.034	0.019	0.009	0.079	0.004	0.783	0.000	56.179
PPT	23	0.015	0.014	0.003	0.058	0.003	0.355	0.000	88.227
FPT	23	0.019	0.012	0.003	0.050	0.002	0.428	0.000	64.318
CD	13	0.738	0.465	0.300	2.000	0.129	9.600	0.216	62.921
CR	6	1.717	1.184	1.000	4.000	0.483	10.300	1.402	68.966
CU	13	3.577	2.783	1.000	10.000	0.772	46.500	7.744	77.797
NI	6	10.000	0.000	10.000	10.000	0.000	60.000	0.000	0.000
PB	13	8.538	12.787	1.000	50.000	3.547	111.000	163.519	149.763
ZN	13	10.138	9.470	2.000	30.000	2.627	131.800	89.683	93.408
TAN	14	1.561	0.921	0.600	4.000	0.246	21.860	0.849	59.001
SIO2	11	3.264	0.858	2.100	5.100	0.259	35.900	0.737	26.297
ALC	14	27.614	10.480	12.000	47.000	2.801	386.600	109.837	37.952
PH	14	7.421	0.389	6.900	8.200	0.104	103.900	0.151	5.237
TEMP	28	19.736	3.171	14.000	27.000	0.599	552.600	10.057	16.069
TURB	14	3.343	4.887	1.000	20.000	1.306	46.800	23.886	146.201
COND	19	100.158	42.482	52.000	197.000	9.746	1903.000	1804.696	42.415
COULV	10	57.500	31.627	27.000	120.000	10.001	575.000	1000.278	55.004
COULA	4	85.000	81.035	10.000	200.000	40.517	340.000	6566.667	95.335
OD	5	9.660	0.313	9.400	10.000	0.140	48.300	0.098	3.241
DUR	13	34.063	8.679	24.500	54.000	2.407	442.820	75.326	25.479
SS	7	3.657	5.491	1.000	16.000	2.076	25.600	30.156	150.157
CN	6	1.500	0.000	1.500	1.500	0.000	9.000	0.000	0.000
AS	3	1.000	0.000	1.000	1.000	0.000	3.000	0.000	0.000
AL	4	0.112	0.021	0.090	0.140	0.010	0.450	0.000	18.325
HG	3	0.020	0.000	0.020	0.020	0.000	0.060	0.000	0.000

Ministère des Communications

RESEAU-RIVIERES 1979-1985
STATISTIQUES DESCRIPTIVES PAR STATION ET PAR MOIS
POUR L'ENSEMBLE DE LA PERIODE

VARIABLE	N	MEAN	STANDARD DEVIATION	MINIMUM VALUE	MAXIMUM VALUE	STD ERROR OF MEAN	SUM	VARIANCE	C.V.
STATION=2270002 MOIS=9									
CA	6	9.667	3.591	5.100	15.300	1.466	58.000	12.895	37.147
MG	6	1.333	0.437	0.800	2.100	0.178	8.000	0.191	32.749
NA	4	5.075	2.453	3.300	8.700	1.226	20.300	6.016	48.329
K	4	0.725	0.189	0.600	1.000	0.095	2.900	0.036	26.110
F	5	0.068	0.038	0.010	0.110	0.017	0.340	0.001	55.416
FE	6	1.010	1.960	0.070	5.000	0.800	6.060	3.842	194.082
MN	6	0.102	0.186	0.010	0.480	0.076	0.610	0.035	183.111
CL	6	4.400	2.396	1.900	9.000	0.978	26.400	5.740	54.451
SO4	6	8.333	2.470	5.000	10.800	1.009	50.000	6.103	29.644
NH4	16	0.036	0.051	0.000	0.210	0.013	0.580	0.003	140.256
NOX	16	0.069	0.134	0.010	0.550	0.033	1.110	0.018	192.634
NK	16	0.378	0.148	0.070	0.660	0.037	6.050	0.022	39.205
NTOT	16	0.447	0.191	0.080	0.820	0.048	7.160	0.036	42.607
COT	11	21.818	5.737	12.000	33.000	1.730	240.000	32.914	26.295
CT	11	25.727	4.083	19.000	34.000	1.231	283.000	16.668	15.869
CI	11	3.909	2.437	0.500	8.000	0.735	43.000	5.941	62.352
CID	5	6.360	2.927	3.000	10.000	1.309	31.800	8.568	46.024
COD	5	10.240	5.104	4.800	16.000	2.282	51.200	26.048	49.841
PTOT	16	0.037	0.022	0.009	0.094	0.005	0.591	0.000	59.474
PPT	16	0.012	0.013	0.003	0.055	0.003	0.198	0.000	107.077
FPT	16	0.025	0.015	0.005	0.057	0.004	0.393	0.000	62.772
CD	6	0.600	0.322	0.300	1.000	0.132	3.600	0.104	53.748
CR	2	2.000	0.000	2.000	2.000	0.000	4.000	0.000	0.000
CU	6	5.667	7.514	2.500	21.000	3.068	34.000	56.467	132.608
NI	2	10.000	0.000	10.000	10.000	0.000	20.000	0.000	0.000
PB	6	5.333	3.357	1.000	7.500	1.370	32.000	11.267	62.936
ZN	6	321.783	763.387	5.000	1880.000	311.651	1930.700	582759.482	237.236
TAN	8	2.307	1.398	0.600	5.000	0.494	18.460	1.954	60.581
SIO2	5	2.980	1.130	1.000	3.700	0.505	14.900	1.277	37.921
ALC	8	21.875	10.882	10.000	42.000	3.847	175.000	118.411	49.745
PH	8	7.150	0.529	6.400	8.000	0.187	57.200	0.280	7.401
TEMP	20	15.050	3.762	11.000	20.000	0.841	301.000	14.155	24.999
TURB	8	4.400	4.880	0.800	15.000	1.725	35.200	23.817	110.915
COND	12	76.833	28.087	38.000	138.000	8.108	922.000	788.879	36.556
COULV	6	60.667	36.462	18.000	110.000	14.885	364.000	1329.467	60.102
COULA	3	73.333	30.551	40.000	100.000	17.638	220.000	933.333	41.660
OD	0	.	.	.	.	.	.	.	.
DUR	6	29.627	10.733	16.030	46.850	4.382	177.760	115.196	36.227
SS	0	.	.	.	.	.	.	.	.
CN	0	.	.	.	.	.	.	.	.
AS	0	.	.	.	.	.	.	.	.
AL	0	.	.	.	.	.	.	.	.
HG	0	.	.	.	.	.	.	.	.

Ministère des Communications

RESEAU-RIVIERES 1979-1985
STATISTIQUES DESCRIPTIVES PAR STATION ET PAR MOIS
POUR L'ENSEMBLE DE LA PERIODE

VARIABLE	N	MEAN	STANDARD DEVIATION	MINIMUM VALUE	MAXIMUM VALUE	STD ERROR OF MEAN	SUM	VARIANCE	C.V.
STATION=2270002 MOIS=10									
CA	9	8.222	2.209	6.000	13.300	0.736	74.000	4.879	26.866
MG	9	1.278	0.299	1.000	2.000	0.100	11.500	0.089	23.406
NA	6	3.350	0.977	2.300	5.000	0.399	20.100	0.955	29.171
K	6	0.733	0.242	0.500	1.200	0.099	4.400	0.059	33.029
F	7	0.070	0.031	0.040	0.120	0.012	0.490	0.001	43.644
FE	9	0.311	0.106	0.180	0.510	0.035	2.800	0.011	34.109
MN	9	0.013	0.009	0.000	0.030	0.003	0.120	0.000	64.952
CL	9	3.622	1.120	2.000	6.000	0.373	32.600	1.254	30.921
SO4	9	9.122	3.094	4.000	15.500	1.031	82.100	9.574	33.920
NH4	17	0.036	0.023	0.010	0.110	0.006	0.610	0.001	63.900
NOX	17	0.066	0.068	0.010	0.260	0.016	1.120	0.005	103.094
NK	17	0.428	0.226	0.130	1.090	0.055	7.270	0.051	52.760
NTOT	17	0.494	0.208	0.210	1.110	0.050	8.390	0.043	42.047
COT	11	17.909	4.488	6.000	22.500	1.353	197.000	20.141	25.059
CT	11	21.273	3.481	12.500	25.500	1.050	234.000	12.118	16.364
CI	11	3.364	1.380	2.000	6.500	0.416	37.000	1.905	41.029
CID	5	4.040	1.452	2.600	5.600	0.649	20.200	2.108	35.938
COD	5	10.720	3.369	5.800	14.400	1.507	53.600	11.352	31.430
PTOT	17	0.028	0.014	0.011	0.067	0.003	0.483	0.000	49.636
PPT	17	0.013	0.009	0.003	0.031	0.002	0.226	0.000	64.531
FPT	17	0.015	0.011	0.005	0.040	0.003	0.257	0.000	70.738
CD	9	0.622	0.295	0.300	1.000	0.098	5.600	0.087	47.389
CR	3	1.600	1.039	1.000	2.800	0.600	4.800	1.080	64.952
CU	9	9.000	8.235	2.500	30.000	2.745	81.000	67.812	91.498
NI	4	11.250	6.292	5.000	20.000	3.146	45.000	39.583	55.925
PB	9	7.100	7.017	1.000	24.400	2.339	63.900	49.240	98.833
ZN	9	77.111	157.546	5.000	488.000	52.515	694.000	24820.611	204.310
TAN	10	2.474	1.092	0.600	5.000	0.345	24.740	1.192	44.124
SIO2	6	4.417	0.778	3.600	5.700	0.318	26.500	0.606	17.621
ALC	10	14.890	5.429	6.000	26.000	1.717	148.900	29.477	36.462
PH	10	7.030	0.374	6.400	7.500	0.118	70.300	0.140	5.325
TEMP	20	10.000	4.361	4.000	19.000	0.975	200.000	19.015	43.606
TURB	9	3.500	2.583	1.100	8.000	0.861	31.500	6.672	73.803
COND	15	70.600	16.039	48.000	114.000	4.141	1059.000	257.257	22.718
COULV	7	68.571	23.818	23.000	94.000	9.002	480.000	567.286	34.734
COULA	2	62.500	24.749	45.000	80.000	17.500	125.000	612.500	39.598
OD	1	11.200	.	11.200	11.200	.	11.200	.	.
DUR	9	25.790	6.579	19.100	41.440	2.193	232.110	43.289	25.512
SS	2	3.500	3.536	1.000	6.000	2.500	7.000	12.500	101.015
CN	2	1.500	0.000	1.500	1.500	0.000	3.000	0.000	0.000
AS	0	.	.	.	.	.	.	.	.
AL	2	0.245	0.134	0.150	0.340	0.095	0.490	0.018	54.837
HG	0	.	.	.	.	.	.	.	.

RESEAU-RIVIERES 1978-1985
STATISTIQUES DESCRIPTIVES PAR STATION ET PAR MOIS
POUR L'ENSEMBLE DE LA PERIODE

VARIABLE	N	MEAN	STANDARD DEVIATION	MINIMUM VALUE	MAXIMUM VALUE	STD ERROR OF MEAN	SUM	VARIANCE	C.V.
STATION=2270002 MOIS=11									
CA	12	8.458	1.872	6.100	11.100	0.540	101.500	3.503	22.127
MG	12	1.508	0.585	0.800	2.600	0.169	18.100	0.343	38.809
NA	8	3.037	1.402	1.400	5.800	0.496	24.300	1.966	46.156
K	8	0.975	0.916	0.400	3.200	0.324	7.800	0.839	93.962
F	11	0.070	0.026	0.030	0.120	0.008	0.770	0.001	36.701
FE	12	0.554	0.899	0.080	3.370	0.260	6.650	0.809	162.259
MN	12	0.020	0.025	0.000	0.090	0.007	0.240	0.001	124.316
CL	12	4.400	2.143	2.200	9.000	0.619	52.800	4.595	48.716
SO4	12	10.067	3.453	6.500	17.600	0.997	120.800	11.926	34.305
NH4	18	0.041	0.050	0.000	0.220	0.012	0.730	0.002	122.698
NOX	18	0.188	0.111	0.010	0.510	0.026	3.380	0.012	59.007
NK	18	0.321	0.118	0.150	0.700	0.028	5.780	0.014	36.691
NTOT	18	0.509	0.204	0.270	1.210	0.048	9.160	0.042	40.039
COT	13	17.985	4.671	12.000	27.500	1.296	233.800	21.820	25.973
CT	13	21.346	4.023	16.000	30.500	1.116	277.500	16.183	18.845
CI	13	3.362	1.475	1.500	6.000	0.409	43.700	2.174	43.865
CID	5	3.480	1.724	1.800	5.400	0.771	17.400	2.972	49.539
COD	5	13.320	2.411	9.400	16.000	1.078	66.600	5.812	18.099
PTOT	18	0.042	0.055	0.009	0.255	0.013	0.750	0.003	130.890
PPT	18	0.023	0.041	0.005	0.185	0.010	0.407	0.002	183.356
FPT	18	0.019	0.016	0.003	0.070	0.004	0.343	0.000	83.062
CD	12	0.708	0.353	0.300	1.400	0.102	8.500	0.124	49.807
CR	6	1.283	0.402	1.000	2.000	0.164	7.700	0.162	31.331
CU	12	6.333	8.280	1.000	30.000	2.390	76.000	68.561	130.739
NI	8	12.750	9.051	5.000	32.000	3.200	102.000	81.929	70.992
PB	12	5.708	2.491	1.000	7.500	0.719	68.500	6.203	43.629
ZN	12	42.358	114.064	2.000	404.000	32.928	508.300	13010.686	269.284
TAN	13	2.091	0.929	1.200	4.000	0.258	27.180	0.864	44.452
SIO2	10	5.110	0.895	3.600	6.300	0.283	51.100	0.801	17.514
ALC	13	14.992	5.749	9.000	23.000	1.594	194.900	33.051	38.346
PH	13	7.000	0.370	6.300	7.700	0.103	91.000	0.137	5.281
TEMP	22	4.659	3.406	0.000	11.000	0.726	102.500	11.603	73.113
TURB	12	10.183	26.764	0.900	95.000	7.726	122.200	716.296	262.819
COND	17	79.176	25.870	46.000	136.000	6.275	1346.000	669.279	32.674
COULV	8	72.250	26.054	44.000	120.000	9.211	578.000	678.786	36.060
COULA	3	60.000	10.000	50.000	70.000	5.774	180.000	100.000	16.667
OD	4	13.450	1.533	11.300	14.900	0.766	53.800	2.350	11.398
DUR	12	27.329	6.796	18.770	38.420	1.962	327.950	46.189	24.868
SS	5	3.520	4.759	1.000	12.000	2.128	17.600	22.652	135.211
CN	4	1.500	0.000	1.500	1.500	0.000	6.000	0.000	0.000
AS	3	1.000	0.000	1.000	1.000	0.000	3.000	0.000	0.000
AL	2	0.185	0.049	0.150	0.220	0.035	0.370	0.002	26.755
HG	3	0.020	0.000	0.020	0.020	0.000	0.060	0.000	0.000

RESEAU-RIVIERES 1979-1985
STATISTIQUES DESCRIPTIVES PAR STATION ET PAR MOIS
POUR L'ENSEMBLE DE LA PERIODE

VARIABLE	N	MEAN	STANDARD DEVIATION	MINIMUM VALUE	MAXIMUM VALUE	STD ERROR OF MEAN	SUM	VARIANCE	C.V.
STATION=2270002 MOIS=12									
CA	6	9.250	1.472	7.300	11.300	0.601	55.500	2.167	15.914
MG	6	2.083	0.796	1.400	3.500	0.325	12.500	0.634	38.210
NA	4	4.825	1.109	4.000	6.400	0.554	19.300	1.229	22.978
K	4	0.950	0.289	0.600	1.300	0.144	3.800	0.083	30.387
F	5	0.066	0.021	0.040	0.090	0.009	0.330	0.000	31.419
FE	6	0.462	0.217	0.200	0.810	0.089	2.770	0.047	46.967
MN	6	0.038	0.018	0.020	0.070	0.007	0.230	0.000	47.866
CL	6	6.033	1.945	4.600	9.600	0.794	36.200	3.783	32.236
SO4	6	13.700	3.192	10.400	18.800	1.303	82.200	10.192	23.303
NH4	10	0.043	0.014	0.020	0.070	0.004	0.430	0.000	32.980
NOX	10	0.272	0.076	0.170	0.410	0.024	2.720	0.006	28.042
NK	10	0.327	0.075	0.210	0.480	0.024	3.270	0.006	22.842
NTOT	10	0.599	0.071	0.490	0.740	0.022	5.990	0.005	11.790
COT	8	18.625	4.230	14.000	26.200	1.496	149.000	17.894	22.712
CT	8	23.000	3.751	17.500	30.000	1.326	184.000	14.071	16.310
CI	8	4.375	1.877	2.000	8.000	0.664	35.000	3.522	42.897
CID	2	3.700	0.424	3.400	4.000	0.300	7.400	0.180	11.467
COD	2	12.500	1.273	11.600	13.400	0.900	25.000	1.620	10.182
PTOT	10	0.034	0.018	0.013	0.068	0.006	0.343	0.000	53.105
PPT	10	0.011	0.006	0.005	0.024	0.002	0.115	0.000	51.240
FPT	10	0.023	0.014	0.006	0.054	0.005	0.228	0.000	63.316
CD	6	0.633	0.294	0.300	1.000	0.120	3.800	0.087	46.483
CR	2	1.000	0.000	1.000	1.000	0.000	2.000	0.000	0.000
CU	6	6.083	3.597	2.500	11.500	1.469	36.500	12.942	59.136
NI	2	10.000	0.000	10.000	10.000	0.000	20.000	0.000	0.000
PB	6	4.833	2.994	1.000	7.500	1.222	29.000	8.967	61.954
ZN	6	72.833	156.468	5.000	392.000	63.878	437.000	24482.167	214.830
TAN	4	1.650	0.858	0.400	2.300	0.429	6.600	0.737	52.018
SIO2	4	5.050	1.694	2.600	6.400	0.847	20.200	2.870	33.547
ALC	5	19.200	7.050	14.000	31.000	3.153	96.000	49.700	36.718
PH	5	7.280	0.148	7.100	7.500	0.066	36.400	0.022	2.037
TEMP	11	1.727	2.370	0.000	8.000	0.715	19.000	5.618	137.226
TURB	6	4.633	6.647	1.000	18.000	2.714	27.800	44.179	143.454
COND	8	88.625	23.336	73.000	140.000	8.250	709.000	544.554	26.331
COULV	4	64.750	12.312	51.000	80.000	6.156	259.000	151.583	19.015
COULA	1	60.000	.	60.000	60.000	.	60.000	.	.
OD	0	.	.	.	.	.	.	.	.
DUR	6	31.672	6.630	23.990	42.620	2.706	190.030	43.951	20.932
SS	0	.	.	.	.	.	.	.	.
CN	0	.	.	.	.	.	.	.	.
AS	0	.	.	.	.	.	.	.	.
AL	0	.	.	.	.	.	.	.	.
HG	0	.	.	.	.	.	.	.	.

ANNEXE 3: PERSONNES RESSOURCES

Barabé, Gilles
Ministère de l'Environnement
Direction du Milieu Hydrique
2360, Chemin Sainte-Foy
Sainte-Foy G1V 4H2
(418) 644-3437

Beaulieu, Hélène
Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche
SAEF Québec
9530, rue de la Faune
Charlesbourg G1G 5H9
(418) 622-4444

Bossé, Raymond
Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche
SAEF Québec
9530, rue de la Faune
Charlesbourg G1G 5H9
(418) 622-4444

Carrier, Donald
Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche
SAEF Québec
9530, rue de la Faune
Charlesbourg G1G 5H9
(418) 622-4444

Courtois, Rhéaume
Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche
Direction générale des espèces et des habitats
150, boul. Saint-Cyrille est
Québec G1R 4Y1
(418) 644-8126

Dodson, Julian J.
Département de biologie
Université Laval
Sainte-Foy G1K 7P4
(418) 656-3289

Dutil, Jean-Denis
Institut Maurice-Lamontagne
850, route de la Mer
C.P. 1000
Mont-Joli G5H 3Z4
(418) 775-6582

Fréchet, Alain
Institut Maurice-Lamontagne
850, route de la Mer
C.P. 1000
Mont-Joli G5H 3Z4
(418) 775-6628

Labrecque, Germain
1945, rue Bourbonnière
Sillery
(418) 527-5594

Lalancette, Louis-Marie
Département des sciences fondamentales
Université du Québec à Chicoutimi
Chicoutimi G7H 2B1

Laprise, Réjean
Département de biologie
Université Laval
Sainte-Foy G1K 7P4
(418) 656-2131, poste 8022

Michaud, Adolphe
Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation
Station de recherche en pêche et aquiculture d'eau douce
1665, boul. Hamel ouest, Edifice 2 , 1e étage
Québec G1N 3Y7
(418) 643-3846

Ouellet, Patrick
Département d'océanographie
Université Dalhousie
Halifax, Nouvelle-Ecosse B3H 4J1
(902) 424-3675

Paquet Gilles
Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche
Direction générale des espèces et des habitats
150, boul. Saint-Cyrille est
Québec G1R 4Y1
(418) 644-1421

Paré, Camille
Ministère de l'Environnement,
Direction de la qualité du milieu aquatique,
3900, rue Marly, 4e étage
Sainte-Foy G1X 4E4
(418) 644-3633

Simoneau, Marc
Ministère de l'Environnement,
Direction de la qualité du milieu aquatique,
3900, rue Marly, 4e étage
Sainte-Foy G1X 4E4
(418) 644-3294

Trencia, Guy
Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche
SAEF Québec
9530, rue de la Faune
Charlesbourg G1G 5H9
(418) 622-4444

Vallée, Pierre
Ministère de l'Environnement
Direction de l'assainissement agricole
3900, rue Marly, 5e étage
Sainte-Foy G1X 4E4

Verreault, Guy
Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche
SAEF Bas Saint-Laurent/Gaspésie
506, rue de la Fontaine
Rivière-du-Loup G5R 3C4
(418) 862-8649